

МІНІСТЕРСТВО АГРАРНОЇ ПОЛІТИКИ ТА ПРОДОВОЛЬСТВА УКРАЇНИ
МИКОЛАЇВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ АГРАРНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Кафедра транспортних технологій і технічного сервісу

ЕКОЛОГІЯ

Методичні рекомендації до вивчення курсу (лекцій)
для студентів денної форми навчання
за напрямом підготовки 6.100102
«Процеси, машини та обладнання агропромислового виробництва»

Миколаїв

2012 р.

УДК 502.7(075.8)

ББК 28.081я73

Методичні рекомендації підготували:

Кушнір А.А., викладач

Марченко Д.Д. асистент

Артюх В.О. асистент

Відповідальний за випуск: завідувач кафедри ТТ і ТС д.т.н., професор Бутаков Б.І.

Рецензенти:

Шумілов О.П. – к.т.н., професор, декан факультету механіки і екології НУК ім. адм. Макарова.

Селезньов Ю.В. – д.т.н., професор кафедри «Трактори та сільськогосподарські машини» Миколаївського національного аграрного університету.

Екологія: Методичні рекомендації до вивчення курсу (лекцій) для студентів денної форми навчання за напрямом підготовки 6.100102 «Процеси, машини та обладнання агропромислового виробництва» / Уклад.: [Д.Д. Марченко, В.О. Артюх] – Миколаїв: МНАУ, 2012

Друкується за рішенням методичної комісії факультету механізації с.г. МНАУ від «25» жовтня 2012 р., протокол № 2.

Надруковано в кількості 40 примірників

©Миколаївський державний аграрний університет

ЗМІСТ

	стор.
ВСТУП.....	4
ЛЕКЦІЯ 1. ЕКОЛОГІЯ – ТЕОРЕТИЧНА ОСНОВА РАЦІОНАЛЬНОГО ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ.....	7
ЛЕКЦІЯ 2. ОРГАНІЗАЦІЯ І ФУНКЦІОНУВАННЯ ЕКОЛОГІЧНИХ СИСТЕМ.....	16
ЛЕКЦІЯ 3. ОХОРОНА АТМОСФЕРНОГО ПОВІТРЯ.....	29
ЛЕКЦІЯ 4. ОХОРОНА І РАЦІОНАЛЬНЕ ВИКОРИСТАННЯ ВОДНИХ РЕСУРСІВ.....	39
ЛЕКЦІЯ 5. ОХОРОНА ЛІТОСФЕРИ.....	46
ЛЕКЦІЯ 6. ОРГАНІЗАЦІЯ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКОГО ВИРОБНИЦТВА НА РАДІОАКТИВНО ЗАБРУДНЕНИХ ТЕРИТОРІЯХ.....	55
ЛЕКЦІЯ 7. НАВКОЛИШНЄ СЕРЕДОВИЩЕ І ЗДОРОВ'Я НАСЕЛЕННЯ.....	62
ЛІТЕРАТУРА.....	70

ВСТУП

На сьогодні однією з головних є проблема виживання людства в умовах дефіциту природних ресурсів та погіршення стану навколишнього середовища. Посилюються процеси деградації природних систем життєзабезпечення людини, руйнування біосфери в цілому. Актуальність екологічних проблем відчувається не тільки у регіонах традиційного промислового та містобудівного освоєння, а й у курортно-рекреаційних регіонах, тобто на всій планеті.

Із розвитком цивілізації, вибухоподібним зростанням населення Землі, обсягів відходів виробництва тощо проблеми взаємовідносин між природою та суспільством ще більше загострюються. У наш час з'явилися отруєні річки та моря, задушливе шкідливе повітря, загублені ліси, сотні зниклих видів тварин і рослин, кліматичні аномалії, майже повсюдне повне виснаження ґрунтів.

Сучасний стан природного середовища багатьох регіонів планети нині оцінюється як кризовий, коли вже стали неможливими його самовідновлення і самовідтворення, тому ліквідація глобальної екологічної кризи та її наслідків є на сьогодні найважливішим завданням людства. Для цього насамперед необхідна зміна екологічної стратегії і тактики, організація всебічної екологічної освіти, виховання екологічної свідомості всього населення Землі.

Кожен майбутній фахівець у будь-якій галузі, кожна свідомо людина повинні обов'язково мати загальне уявлення про особливості сучасного екологічного стану Землі, а також про основні напрямки державної політики у галузі охорони довкілля, використання природних ресурсів та забезпечення екологічної безпеки. Екологізація економіки та свідомості суспільства не є абсолютно новою проблемою. Практичне відображення екологічності тісно пов'язане з державним регулюванням процесів природокористування. Новим у цій проблемі є еквівалентність речовинно-енергетичного обміну між державою, природою і людиною, що базується на законодавчих та організаційно-технічних рішеннях.

Методичні рекомендації з дисципліни «Екологія» передбачено вивчення головних положень сучасної екології та основних питань охорони і раціонального

природокористування й ресурсозбереження відповідно до умов сільськогосподарського виробництва.

Зміст методичних рекомендацій побудовано на основі сучасних уявлень про сутність, структуру, цілі й завдання екології та розраховано для використання студентами за напрямом підготовки 6.100102 «Процеси, машини та обладнання агропромислового виробництва». Вивчення дисципліни передбачає лекційні заняття, практичні заняття, проведення екскурсій та самостійну роботу студентів. Метою є вивчення закономірностей взаємодії суспільства з навколишнім природним середовищем для забезпечення конструктивного природокористування, надання комплексу еколого-економічних знань, формування умінь і навичок з екологічної орієнтації, ефективного впровадження природоохоронних знань.

У результаті вивчення дисципліни «Екологія» студенти повинні знати:

- основні теоретичні положення та структуру сучасної екології;
- особливості будови біосфери, закономірності її функціонування;
- роль взаємозв'язків усіх природних процесів і явищ;
- причини та наслідки розвитку локальних, регіональних і глобальних екологічних криз;
- стан природних ресурсів і причини виникнення кризових екологічних явищ в основних регіонах України;
- основні екологічні аспекти й суть заходів довкілля щодо сільського господарства в цілому й охорони окремих природних ресурсів;
- основи економіки та стратегії природокористування;
- Закони України «Про охорону довкілля», шляхи поліпшення екологічної ситуації;

уміти:

- застосовувати базові фундаментальні екологічні знання при формуванні особистого відношення до об'єктів природи і суспільства, при ствердженні активної природоохоронної життєвої позиції;
- робити висновки щодо конкретних екологічних ситуацій;

- ефективно користуватися екологічними довідниками, національними законодавчими і нормативними документами;
- вміти самостійно оцінювати екологічні проблеми;
- вміти самостійно знаходити шляхи вирішення екологічних проблем.

Методичні рекомендації до вивчення курсу (лекцій) для студентів денної форми навчання за напрямом підготовки 6.100102 «Процеси, машини та обладнання агропромислового виробництва» з дисципліни «Екологія» складені у відповідності з робочою програмою курсу і кредитно-модульної схеми її вивчення.

Кредитно-модульна схема вивчення дисципліни

№ модуля	Назва модуля	Всього годин кредитів	Розподіл аудиторного навантаження		Самостійна робота студентів	Вагомість модуля у формуванні знань та умінь, %
			Лекції	Лабор.-практ. заняття		
3-й семестр						
1.	Аспекти сучасної екології	28 (0,78)	10	8	10	51,9
2.	Вплив діяльності людини на довкілля	16 (0,45)	4	4	8	29,6
3.	Економічні положення в екології	10 (0,27)	2	2	6	18,5
	Всього	54 (1,5)	16	14	24	100

ЛЕКЦІЯ 1. ЕКОЛОГІЯ – ТЕОРЕТИЧНА ОСНОВА РАЦІОНАЛЬНОГО ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ

План:

- 1.1. Еволюція взаємовідносин людини і природного середовища.
- 1.2. Визначення, предмет, завдання екології.
- 1.3. Історичний нарис виникнення, становлення та розвитку екології як науки.
- 1.4. Сучасний стан, структура екології, її зв'язок з іншими дисциплінами.
- 1.5. Екологія і сільське господарство.

1.1. Еволюція взаємовідносин людини і природного середовища

Природа – це в широкому розумінні – Всесвіт, у вузькому – сукупність неорганічного й органічного світу на Землі. Для суспільства природа має велике соціальне, виробниче, економічне, наукове, оздоровче, виховне й естетичне значення. Взаємодія людини з природою становить основу людської історії. Поняття «природа» і «навколишнє середовище» дуже подібні. Але поняття «природа» значно ширше.

Навколишнім середовищем називають ту частину земної природи, з якою людське суспільство безпосередньо взаємодіє у своєму житті та виробничій діяльності.

В історії взаємодії людського суспільства і природи можна виділити чотири стадії.

Перша стадія тривала 2-3 млн. років від появи на Землі перших людей примітивного виду до виникнення сучасного людського виду. Ця стадія визначалася органічним входженням людей у природу.

Друга стадія взаємодії суспільства й природи тривала 40 тис. років, до середини ХХ століття. На цій стадії інтенсивно розвивалось землеробство, скотарство, ремесло, розширювалось будівництво сіл, міст, фортець. Людство своєю діяльністю почало завдавати природі відчутної шкоди, завдяки розвитку промисловості й інших галузей народного господарства. Цей період можна

назвати періодом активного використання людиною ресурсів, взаємодії з природою.

Третя стадія взаємодії суспільства та природи почалася в середині ХХ ст. після закінчення Другої світової війни, яка стимулювала різкий стрибок у розвитку науки і техніки. Це період активного розвитку локальних і регіональних екологічних криз, протистояння природи та людського суспільства, хижацької експлуатації всіх природних ресурсів, нарощування гонки озброєнь. Це стадія широкої хімізації, виробництва пластиків, забруднення довкілля.

Четверта стадія в еволюційному розвитку відносин людського суспільства з навколишнім природним середовищем розпочалася в кінці ХХ ст. і триває й досі. Це період сталого розвитку. Його можна розглядати як перехідний на шляху побудови ноосферного суспільства.

На території нашої держави екологічна криза почала виявлятися ще в середині 50-х років ХХ ст. Саме цей час можна вважати початком безконтрольного періоду експлуатації природи та її забруднення. В Україні найбільша в світі розораність земель, високе використання мінеральних добрив і пестицидів, велике радіаційне забруднення після Чорнобильської аварії. Внаслідок цього помітно погіршився стан здоров'я населення України, порушилися природні процеси. Україна проголошена зоною екологічного лиха. Усе згадане змусило людей переосмислити ставлення до природи, почати глибоке вивчення походження та розвитку складних взаємозв'язків і процесів у навколишньому середовищі, шукати шляхів гармонізації взаємин людського суспільства та природи.

1.2. Визначення, предмет, завдання екології

Термін «екологія» був вперше вжитий німецьким біологом Е.Геккелем у 1866 р. в двотомній праці, присвяченій морфології організмів. У буквальному розумінні екологія – наука про місцезростання. Часто вживане таке визначення: екологія – наука про взаємодію в живій природі, а детальніше – це наука про взаємодію живих істот між собою і з навколишньою неорганічною природою; про зв'язки в надорганізованих системах, структуру і функціонування цих систем.

Об'єктами досліджень екології, науки про довкілля, є екосистеми планети та їхні елементи.

Головним предметом досліджень екології є взаємозв'язки живих організмів, їхніх груп різних рангів, живих і неживих компонентів екосистем, а також характер впливу природних і антропогенних факторів на функціонування екосистем і біосфери в цілому

Основні завдання науки про довкілля:

- вивчення загального стану сучасної біосфери, умов його формування та причин змін під впливом природних і антропогенних факторів;
- прогнозування динаміки стану біосфери в часі і просторі;
- розробка з урахуванням основних екологічних законів, шляхів гармонізації взаємовідносин людського суспільства й природи, збереження здатності біосфери до самоочищення, саморегулювання й самовідновлення.



Рис. 1.1. Місце екології в системі наук

Головним завданням екології на майбутнє більшість вчених вважає вирішення таких найголовніших глобальних проблем сучасності:

- розробка методів визначення екологічного стану природних та штучних екосистем;
- спостереження за змінами в окремих екосистемах та в біосфері;
- створення бази даних та розробка рекомендацій для екологічного безпечного планування господарської та соціальної діяльності людини;

- застосування екологічних знань у справі охорони довкілля та раціонального використання природних ресурсів;
- вивчення змін «якості» народонаселень та їх зв'язку зі структурою суспільства;
- безпечне використання ядерних процесів та створення керованого ядерного синтезу;
- створення замкнутих циклів в агротехніці;
- вивчення теплового балансу Землі у зв'язку із забрудненням оточуючого середовища.

Екологія належить до молодих біологічних наук, коло зацікавлень яких - це біологічні явища, пов'язані з життям живих організмів. У різних підрозділах наук з'являються «екологічні школи» і пов'язані з ними напрями досліджень: соціальна екологія, інженерна екологія, радіаційна екологія, міська екологія (урбоекологія), космічна екологія тощо.

Американський еколог Б. Коммонер у 1974 р. передав «дух» справжніх екологічних законів у спрощеному варіанті.

1. Усе пов'язане з усім – закон про біосферу і екосистеми, про взаємозв'язки між компонентами природи.

2. Усе має кудись діватися – закон господарської діяльності людини, відходи від якої неминучі, тому треба думати про зменшення відходів та вилучення їх із біосферних циклів речовин.

3. Природа знає краще – найбільш важливий закон природокористування. Він визначає, що не можна намагатися підкорити природу, а треба співпрацювати з нею, використовуючи біологічні механізми і для очищення стоків, і для підвищення врожаїв культурних рослин, а також не забувати про те, що сама людина – біологічний вид, що вона – дитя природи, а не її господар.

4. Ніщо не дається даремно (за все треба платити) – загальний закон раціонального природокористування: платити треба енергією за додаткове очищення відходів, добривами – за підвищення врожаю, санаторіями і ліками – за погіршення здоров'я людини.

1.3. Історичний нарис виникнення, становлення та розвитку екології як науки

Історія розвитку екології як синтетичної наукової дисципліни порівняно нетривала. Одним із перших, хто на межі ХУІІ та ХІХ ст.. усвідомив необхідність цілісної оцінки природних комплексів, був німецький натураліст А.Гумбольдт. Його наукова спадщина величезна – понад 600 робіт. Можливо, А.Гумбольдт одним із перших став на шлях вияву глибинних зв'язків між людством та природним середовищем. У своїй книзі «Картини природи», що вийшла в 1808 році, він писав: «Я скрізь помічаю той вплив, який постійно здійснює фізична природа на моральний стан та долю людства». Ці праці послужили поштовхом до синтезу даних геології, геоботаніки, гідрології, ґрунтознавства, кліматології багатьма наступними вченими.

Засновником екології в її сучасному вигляді можна вважати німецького вченого Е.Геккеля, який визначив екологію як науку про загальну «економіку природи». Він же запропонував і сам термін «екологія». У становленні екології корисну роль зіграли праці К.Мьобіуса (1877) і зокрема запропоноване ним поняття біоценозу, або біому як сукупності організмів, що існують разом. Ф.Даль (1890) в свою чергу запропонував термін біотоп, що означав комплекс абіотичних факторів, що визначають життєдіяльність організмів. У наш час його частіше замінюють синонімом – екотоп. К.Фрідерікс доповнив цей підхід ідеєю про «голоцен» як про цілісну одиницю, що включає в себе біоценоз та його екотоп.

Синтетичному погляду на природні комплекси сприяли праці Г.Ф.Морозова (1912), засновника вчення про ліс як цілісну природну систему. Видатний вчений В.В.Докучаєв у першій половині нашого століття створив вчення про ґрунт як особливе біокосне природне тіло, яке є результатом взаємодії материнських гірських порід та живих організмів. Прогресивну роль в історії екології зіграло поняття екосистеми, що було введене англійським вченим А.Тенслі (1948).

Особливе місце в історії екології посідають відкриття всесвітньо відомого вченого В.І.Вернадського (1930-1945), автора вчення про біосферу. Він довів наявність широкомасштабного впливу живих організмів на абіотичне середовище. Вчення В.І.Вернадського про ноосферу додатково узагальнило численні дані про

нерозривність зв'язку людини з природним середовищем. Найбільшу роль у становленні сучасної екології відіграла публікація монографій із цієї наукової дисципліни американського вченого Ю.Одума в 1970-90 роках.

Перший науковий центр екологічних досліджень в Україні був створений у 1930 році при інституті зоології та ботаніки Харківського державного університету. Дослідження в галузі екології, виконані в цьому центрі В.В.Стачинським (1930-1940), були з багатьох поглядів піонерними й оригінальними. Праця В.В.Стачинського «До розуміння біоценозу» (1933) є класичною в області вивчення зв'язків між організмами в ценотичних системах.

Світове визнання отримали дослідження українських вчених І.Г.Підоплічка, Ф.А.Гриня, С.М.Стойка, П.С.Погребняка, Д.В.Воробйова і багатьох інших у 1940-1980 роках (принципи раціонального природокористування, типологія лісів на основі едафічних мереж, роботи в екології ландшафтів та інші).

Широку відомість отримали дослідження штучних лісів України, виконані О.Л.Бельгардтом (1971); А.П.Травлєєв (1980-1985)- засновник вчення про лісові підстилки та їх екологічну значущість. Великою оригінальністю характеризувалися праці академіка М.Г.Холодного – в екології залізобактерій, які зробили значний внесок до концепції біогеохімічних циклів.

У сучасний період в Україні широке визнання отримали екологічні роботи академіків М.А.Голубця, К.М.Ситника, Ю.Р.Шеляг-Сосонка. Є.М.Кондратюк (1970-1980) розробив оригінальні методи рекультивації териконів Донбасу. Вони склали новий концептуальний етап у промисловій екології. Перспективні роботи розпочаті у нещодавно відкритому інституті екології Карпат.

Екологи України зробили вагомий внесок у розробку методів оцінки рівня радіоактивного забруднення великих територій та обґрунтування заходів зниження екологічних збитків від наслідків аварії на Чорнобильській АЕС. Українським екологам завжди був притаманний інтерес до філософських проблем, що виникають при аналізі систем «людина-природне середовище». У цьому напрямку позитивну роль зіграла серія публікацій В.С.Крисаченка. Останнім часом виконано багато робіт, спрямованих на запобігання негативному впливу антропогенної діяльності на навколишнє природне середовище.

1.4. Сучасний стан, структура екології, її зв'язок з іншими дисциплінами.

Сучасна екологія – це нова комплексна наука про виживання в довкіллі, завдання якої – пізнання законів розвитку й функціонування біосфери, як цілісної системи під впливом природних і, головне, антропогенних факторів, а також визначення шляхів ефективної коеволюції техносфери й біосфери.

Екологія – це соціально-природнича наука, тому що в центрі всіх змін природного середовища стоїть діяльність людини, суспільства.

Сучасна екологія має досить складну структуру.

Найвища за рангом – мегаекологія (загальна екологія) – наука про тактику і стратегію збереження та збалансованого розвитку життя на Землі. Вона об'єднує два напрями екологічних наук – екологія теоретична (класична) і прикладна екологія.

Теоретична екологія – найрозвиненіший і «найстарший» розділ мегаекології, материнський субстрат екологічних наук, який вбирає в себе всі розділи сучасної біоекології, вивчає взаємовідносини організмів з навколишнім середовищем та між собою і далі поділяється на п'ять великих підрозділів: аутекологію (екологію організмів), демекологію (екологію популяцій), синекологію (екологію угруповань), біогеоценологію та біосферологію (глобальну екологію).

Ауतेкологія (термін введений у 1896 р. Шрєтером) вивчає взаємозв'язки представників виду з оточуючим середовищем. Цей розділ екології займається визначенням меж стійкості виду і його ставленням до різних екологічних факторів, вивчає вплив середовища на морфологію, фізіологію та поведінку організмів.

Демекологія (термін введений у 1963 р. Швердтфегером) описує коливання чисельності різних видів і встановлює їх причини. Цей розділ ще називають динамікою популяцій, або популяційною екологією.

Синекологія (Шрєтер, 1902) аналізує стосунки між особинами, що належать до різних видів даного угруповання організмів, а також між ними і оточуючим

середовищем. Термін біоценологія, введений у 1918 р. Гамсом, є практично синонімом синекології. В синекології дослідження проводять в двох напрямках: статичному і динамічному. Статичний напрям займається встановленням видового складу угруповань, чисельністю, частотою виявлення виду, видовим представництвом і просторовим розміщенням. Динамічний напрям вивчає розвиток угруповань і досліджує причини, які призвели до їх зміни та займається обміном речовин та енергії між різними компонентами екосистеми, вивчає кормові ланцюги, біомасу і енергію, продуктивність біоценозів.

Біогеоценологія, або екосистемологія, вивчає біогеоценотичний шар Земної кулі і, зокрема, конкретні біогеоценози (суходільні, водні), в яких взаємодіють біоценози і абіотичне середовище.

Біосферологія (глобальна екологія) вивчає біосферу як єдине планетарне ціле, з'ясовує закономірності еволюції біосфери.

Прикладна екологія вивчає механізми руйнування біосфери, розробляє методи запобігання йому й способи раціонального природокористування.

Прикладна екологія складається з трьох основних блоків – геоекологічного, технологічного й соціоекнологічного. Окрім того існують такі напрями, як стандартизація та екотехніка.

Геоекологія вивчає специфіку взаємовідносин організмів і середовища їх існування в різних географічних зонах.

Техноекологія – це найбільший за обсягом блок прикладної екології, який займається вивченням обсягів, механізмів і наслідків впливів на довкілля та здоров'я людини різних галузей і об'єктів діяльності, особливостей використання ними природних ресурсів, відтворенням зруйнованих екологічних систем, екологізацією виробництв.

Соціоекологія – це розділ сучасної екології, де вивчається специфічна роль людини в довкіллі та шляхи оптимізації взаємовідносин людського суспільства з природою.

Економіка природокористування – один із основних узагальнювальних розділів екології.

Завершуються екологічні дослідження узагальненням усіх добутих матеріалів для складання планів і програм локальної, регіональної або міжнародної екополітики, розробки національних і міжнародних програм, законів, угод і договорів у сфері природокористування, охорони природи й екологічної освіти, визначення тактики й стратегії збалансованого розвитку людства, збереження біосфери й життя на Землі.

1.5. Екологія і сільське господарство

Екологія – це частина процесу виробництва сільськогосподарської продукції. Тому існує наука сільськогосподарська екологія (агроекологія), що є одним із головних підрозділів прикладної екології.

Агроекологія – це комплексна наукова дисципліна, об'єктом вивчення якої є агросфера планети, а предметом – взаємозв'язки людини з довкіллям у процесі сільськогосподарського виробництва, що вивчає вплив сільського господарства на природні комплекси, взаємозв'язки між компонентами агросистем і специфіки колообігу в них речовин, енергії та інформації під впливом техногенних навантажень.

Головна мета агроекології – це забезпечення сталого виробництва якісної біологічної продукції, збереження і відтворення природно-ресурсної бази аграрного сектора, ефективна екологізація всіх галузей сільськогосподарського виробництва.

Основним завданням агроекології є:

- одержання максимального врожаю при найменшому впливу на довкілля;
- забезпечення населення екологічно чистими продуктами харчування;
- створення агроєкосистем, співжиття в агроєкосистемах і фактори стабілізації в агроєкосистемах;
- меліорація земель;
- інтенсифікація сільського господарства;
- розробка стратегії сільськогосподарського користування в XXI столітті.

Основними проблемами сучасного сільського господарства є: необхідність щорічного збільшення обсягів сільськогосподарського виробництва, збіднення

генетичного фонду рослин і тварин, перехімізація (мінеральні добрива, пестициди, антибіотики, гормони, стимулятори та інгібітори розвитку, кормові дріжджі тощо).

Все більший розвиток у світі набуває альтернативне сільське господарство.

Суть альтернативного землеробства полягає в цілковитій або частковій відмові від синтетичних мінеральних добрив, пестицидів, регуляторів росту й харчових добавок. Комплекс агротехнічних прийомів базується на строгому дотриманні сівозмін, уведенні в них бобових культур для збагачення ґрунту азотом, застосування гною, компостів, сидератів, проведенні механічних культивацій і захисті рослин біологічними методами.

Для підживлення рослин використовуються тільки «натуральні» добрива: крім гною та компосту, ще й кістяне борошно, вапняк, розмелений базальт, глауконітовий пісок, золу водоростей, рибну емульсію тощо. Для боротьби зі шкідниками й хворобами також вдаються до природних засобів – тютюновий пил, часник, піретрум, відвари кропиви, полину, розведення комах, бактерій, вірусів – ворогів сільськогосподарських шкідників.

ЛЕКЦІЯ 2. ОРГАНІЗАЦІЯ І ФУНКЦІОНУВАННЯ ЕКОЛОГІЧНИХ СИСТЕМ

План:

- 2.1. Популяція як форма існування виду.
- 2.2. Біоценоз, біогеоценоз, екосистема.
- 2.3. Продуктивність та продукція екосистем.
- 2.4. Клімакс біоценозів та сукцесії.
- 2.5. Штучні біоценози.

2.1. Популяція як форма існування виду

У самих загальних рисах під популяцією розуміють реально існуючу в природі групу організмів одного біологічного виду, що займає певну територію та відрізняється наявністю серед цих організмів функціональних зв'язків та

спільності структур. Як і більшість понять екології, термін «популяція» неоднозначний. Спеціалісти різного профілю, виділяючи популяції у природі, користуються різними критеріями.

У генетиці популяції розглядають як структурні одиниці, що утворюють таксономічний вид. Обов'язковою умовою виділення окремої популяції в цьому випадку є наявність вільного обміну генами серед усіма особинами даної популяції, що забезпечує спільність генофонду. Такі популяції називають менделівськими. Вони невеликі за розмірами. У менделівських популяціях особини теоретично повинні бути повністю ідентичні. Але звичайно це не спостерігається. Така ідентичність має місце лише тоді, коли живі організми розмножуються нестатевим шляхом або автогамно. Так формуються популяції кореневищної рослини пирію, гермафродитних тварин типу паразитичного цип'яка або партеногенетичних скельних ящірок.

У ботаніці критеріями виділення популяції служить її розміщення в межах певного біоценозу. Такі популяції називають ценотичними. Розміри ценопопуляцій можуть бути різними. У невеликих ценозах вони невеликі, а в монотонно-однорідних типу тайгового лісу можуть охоплювати території у сотні та тисячі гектарів і складатися з багатьох мільйонів особин.

В екології та зоології популяції частіше виділяють за ознаками їхнього розподілу на певній території та достатній відмежованості від популяцій того ж виду. У цьому випадку популяцію називають локальною.

Механізми ізоляції окремих популяцій бувають двох типів: а) територіальні (між популяціями виступають певні бар'єри: гірський хребет, річка і т.п.) та б) репродуктивні (неможливість схрещування між особинами різних популяцій).

Популяція – це сукупність особин певного виду, які здатні до вільного схрещування, населяють певний простір протягом багатьох поколінь і відокремлені від інших подібних угруповань.

Популяція – це реальна біологічна одиниця, у формі якої існують види рослин, мікроорганізмів та тварин. Кожна популяція може бути охарактеризована певними ознаками – популяційними параметрами. Основні з них такі: а) чисельність – загальна кількість особин, що входять до складу даної популяції; б)

щільність – кількість особин, що припадає на одиницю території або одиницю об'єму простору, що займає популяція; в) запас біомаси популяції в цілому та в розрахунку на одиницю площі чи об'єму; г) народжуваність – число нових особин, що з'являються в популяції при народженні; д) смертність – кількість особин, що відмирають у певний проміжок часу; е) ріст популяції – співвідношення народжуваності та смертності, що призводить до збільшення або зменшення чисельності особин у популяції.

Упродовж свого тривалого життя популяція займає певну територію і зберігає якусь середню статистичну кількість особин. Тому, приступаючи до вивчення популяції, насамперед намагаються визначити чисельність і щільність особин, тобто визначити ці два показники стану популяції, які свідчать про ступінь її впливу на екосистему в цілому і функціональну значимість. Чисельність визначають за кількістю особин на даній території або в даному об'ємі (води, ґрунту, повітря). Розрізняють неперіодичні (такі, що рідко спостерігаються) і періодичні (постійні) коливання чисельності популяцій.

Щодо щільності, то розрізняють середню й екологічну щільність. Середня щільність – це кількість особин (або біомаса) на одиницю всього простору. Екологічна щільність – кількість особин (або біомаса) на одиницю заселеності простору (тобто доступної площі або об'єму, які фактично можуть бути зайняті популяцією). При збільшенні чисельності щільність популяції не росте лише у випадку її розселення, розширення ареалу.

Максимальною щільністю особин популяції вважається така, яка вже не може підтримуватися екосистемою. Мінімальна щільність особин на певній території не дає можливостей для їх розмноження, а отже, для існування цієї популяції в екосистемі.

Співвідношення чоловічої і жіночої статей в популяції має важливе екологічне значення, оскільки воно безпосередньо пов'язане із потенціалом її розмноження, а отже, впливом на життєдіяльність усієї екосистеми. Причому стосується лише роздільностатевих організмів. Справа в тому, що у популяціях розрізняють одностатеві і двостатеві структури. Одностатеві популяції складаються лише з жіночих особин і розмножуються партеногенезом (розвиток

яйцеклітини відбувається без запліднення: бджоли, тлі, коловертки, багато спорових і насінневих рослин). У природі поширеніші двостатеві популяції.

У тваринному світі переважають роздільностатеві види, які зрідка трапляються і в рослин (тополі, мохи). Гермафродитизм (наявність в одного організму чоловічих і жіночих органів розмноження) характерний для безхребетних та вищих рослин.

Співвідношення статей – це відношення кількості самців до кількості самок або кількості самців до загальної кількості самців і самок. Завдяки генетичній детермінації кількість самців і самок майже однакова.

Важливим аспектом структури популяції є також віковий розподіл, тобто співвідношення чисельності особин різних вікових класів і поколінь. Вікова структура популяції характеризує її здатність до розмноження, відповідно виділяють три екологічні віки (вікові стадії): перед репродуктивний, репродуктивний і пострепродуктивний. Тривалість цих періодів у різних організмів коливається. У багатьох тварин і рослин особливо тривалим буває передрепродуктивний період. Якщо умови сприятливі, в популяції присутні всі вікові групи, які забезпечують відносно стабільний рівень її чисельності.

Важливим атрибутом будь-якої популяції є також її просторова структура, яка проявляється в особливостях розміщення особин на площі популяційного поля. У рослинних угрупованнях просторова структура популяцій виявляється через характерне розміщення особин даного виду: вони можуть виступати поодинокі, парами, групами або ж скупченнями. Формами організації популяцій тварин є такі: поодинокий, сімейний, зграйний спосіб життя, стадо, колонії, прайди.

Популяції – це саморегульовальні біосистеми з певними межами саморегуляції та стійкості. Всі живі організми в природі існують лише у формі популяції.

2.2. Біоценоз, біогеоценоз, екосистема

Життя на Землі можливе тільки в певних системах. Закономірності розвитку, становлення та функціонування таких систем вивчає синекологія, яка

Міжнародним ботанічним конгресом у 1910 році була виділена як окрема частина екології. Термін запропонував швейцарський ботанік К.Шрьотер (1902).

Біосфера в цілому не є однорідною. В її межах добре виражені географічні та ландшафтно-географічні зони. У межах кожної зони можна зустріти більш-менш великі однорідні ділянки території, подібні щодо клімату, рельєфу, ґрунтів, рослинного та тваринного світу. Такі однотипні за своїм характером ділянки місцевості мають в екології назву біотопів.

Видові популяції, що мешкають в одному і тому самому біотопі, співіснують одна з одною, певним чином узгоджено функціонують і утворюють складний біотичний комплекс – біоценоз. Біоценоз (від грецьк. біос – життя, коіноз – спільний) – це сукупність рослин, тварин і мікроорганізмів, які заселяють дану ділянку суші або водоймища (біотоп) і характеризуються певними стосунками між собою і пристосованістю до навколишнього середовища.

Угруповання можна назвати біоценозом лише тоді, коли воно відповідає таким критеріям:

- має характерний видовий склад;
- має необхідний набір видів;
- характеризується певною тривалістю в часі;
- має свою територію і межі.

Ідея існування життя в певній формі об'єднання була розвинута далі, і в 1940 р. з'являється робота академіка В.Н.Сукачова, в якій він вперше висловив думку про існування в природі біогеоценозів. Сукачов дійшов висновку, що в природі існують не просто біоценози, а системи, які об'єднують органічні угруповання з абіотичними умовами, прив'язаними до певної території, що називається екотопом. Єдність біоценозу, екологічних умов та екотопу становить комплекс, який Сукачов запропонував назвати біогеоценозом, визначення якого сформулював сам: «Біогеоценоз – це сукупність на відомому проміжку земної поверхні однорідних природних явищ (атмосфери, гірської породи, ґрунту, гідрологічних умов, рослинності, тваринного світу та світу мікроорганізмів), що має свою, особливу специфіку взаємодії цих складових її компонентів та певний тип обміну речовин та енергії між собою та іншими явищами природи, яка

становить внутрішню суперечливу діалектичну єдність, що перебуває в постійному русі, розвитку».

Біогеоценоз (біоценоз), як будь-яка система характеризується певними структурами. В екології виділяють такі структури біоценозу: просторову, видову та трофічну.

Просторова структура. У просторовій структурі слід розрізняти вертикальну і горизонтальну її складові.

Вертикальною структурою не тільки фітоценозу, а й усього біоценозу є ярусність (надземна та підземна). Вона має місце навіть у трав'янистих ценозах, але особливо добре виражена в дерево-чагарникових угрупованнях, які мають 5-6 ярусів (2-3 деревних, ярус підліску із чагарників, 1-2 яруси чагарників та трав і на самій поверхні землі – яруси моху та лишайників). Чим більше ярусів, тим більш різноманітним буде біоценоз.

Розрізняють деревний, чагарниковий та ґрунтовий яруси, які, в свою чергу, можна розділити на більш дрібні. Ярусність ґрунту створюється завдяки різним типам та величині кореневої системи рослин, до якої тяжіють різні види організмів (азотфіксуючі мікроорганізми, мікориза шляпкових грибів).

Горизонтальна структура біогеоценозу визначає межі територіальності. У більшості випадків окремі рослинні угруповання чітко взаємно розрізняються за сукупністю зовнішніх ознак, як, наприклад, сосновий бір і темний ялиновий ліс. Але в більшості випадків мають місце поступові переходи одного угруповання в інше, які відбуваються в міру змін умов росту та складу рослинності, тож встановити межі між рослинними угрупованнями дуже важко, а часом навіть неможливо. Тут доводиться виявляти не лінійні кордони, а певні перехідні смуги, що з'єднують (або роз'єднують), без сумніву, різні угруповання.

Якщо територіальне розмежування рослинних угруповань настільки складне, то це завдання є ще складнішим щодо тваринних угруповань. Мініатюрне біотичне угруповання (наприклад, попелиці) становить якусь частину всього біоценозу і не виходить за його межі, але велика кількість інших компонентів біоценозу відрізняється високою рухомістю і постійно потребують життєвих ресурсів, що розподілені (розпорошені) в різних біотопах. Так, хижі та

деякі інші ссавці та птахи виводять нащадків та здобувають їжу в різних, іноді досить віддалених одна від одної місцевостях, зовсім не схожими за екологічними умовами (орли-карлики, соколи-балобани, сірі чаплі, білі лелеки).

Перехідну зону від одного біоценозу до іншого називають *екотопом*. До нього відносяться, наприклад, болотні простори, що знаходяться між ставком та наземними формаціями, які його оточують, зарості чагарників, що відділяють ліс від поля. Фауна екотопів і щодо видів, і чисельно більш багата за фауну сусідніх біоценозів.

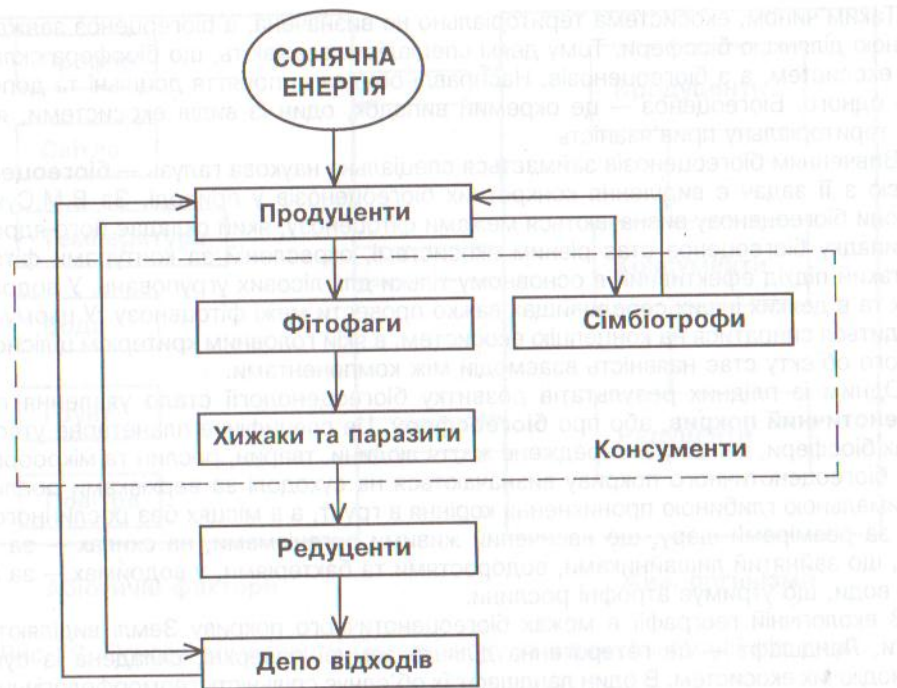


Рис. 2.1. Структурно-функціональна схема екосистеми

Видова структура. Біоценотична роль усіх функціональних груп організмів в екосистемі неоднакова, тому серед живих компонентів розрізняють домінуючі, впливові види. Серед рослин це види-едифікатори. Серед тварин до впливових груп відносять, по-перше, хоча й дрібних, але найбільш масових видів тварин, таких як мишоподібні гризуни, саранові, кровососні комарі та ін. По-друге, до впливових членів біоценозу належать нечисленні, але особливо великі та діяльні тварини, такі як хижаки, копитні, які спричиняють відчутний вплив на угруповання. Власне, кількість видів та розподіл числа особин або їхньої біомаси між видами, тобто ступінь рівномірності (нерівномірності) розподілу, становлять видову структуру біоценозу.

Трофічна структура. В біоценозі повинен здійснюватися певний тип обміну речовиною та енергією між компонентами, що входять до його складу. Найголовніша взаємодія між живими організмами – це трофічні зв'язки, тобто поїдання одних організмів іншими. Вони забезпечують перенос енергії їжі від її джерела – зелених рослин – через ряд організмів. Трофічні зв'язки – це форма взаємодії між популяціями в біоценозі, яка проявляється в харчуванні особин одного виду за рахунок живих особин інших видів, продуктів їхньої життєдіяльності або їхніх мертвих залишків. Організація угруповання, що базується на трофічних взаємовідносинах популяцій, називається трофічною структурою біоценозу.

Трофічну структуру біоценозу складають:

Продуценти (автотрофи) – організми, переважно зелені рослини, які з вуглекислого газу і води продукують органічну речовину, використовуючи для процесу фотосинтезу сонячну енергію і виділяючи кисень.

Консументи (гетеротрофи) – організми, що використовують готові органічні сполуки як джерело їжі та енергії, поділяються відповідно до способів живлення на:

- первинних консументів (травоїдних або фітофагів) – живляться рослинною їжею;
- вторинних консументів (м'ясоїдних або хижаків) – споживають тваринну їжу;
- паразитів, які живуть за рахунок хазяїна (глисти, гедзі, кліщі, повитиця, омела біла).

Детритофаги і редуценти – організми, які також споживають готові органічні сполуки, якими є мертві рештки, трупи та продукти життєдіяльності тварин.

Трофічні ланцюги називають ланцюгами живлення. Кількість ланок ланцюга живлення в екосистемі, як правило, не перевищує 4-6 і обмежується правилом екологічної піраміди, згідно з яким загальна біомаса кожної наступної ланки у ланцюзі живлення зменшується. Відповідно до того, що саме характеризують піраміди, вони поділяються на три типи:

- піраміда чисел, що відображає чисельність окремих видів;
- піраміда біомас характеризує суху масу чи енергетичну цінність;
- піраміда енергії показує величину потоку енергії чи продуктивність на кожному трофічному рівні.



Рис. 2.2. Спрощена трофічна мережа екосистеми змішаного лісу



Рис. 2.3. Спрощена схема трофічної мережі степової екосистеми

Основна відмінність між екосистемою та біогеоценозом полягає в територіальній оформленості. Екосистема – поняття більш гнучке, але менш

визначене в своїх межах, тоді як біогеоценоз відрізняється більшою чіткістю як територіальна одиниця екосистеми. Отже, екосистема – це сукупність різних видів рослин, тварин та мікроорганізмів, які взаємодіють один з одним та навколишнім середовищем таким чином, що вся ця сукупність може зберігатися невизначено довго.

2.3. Продуктивність та продукція екосистем

Кожен біогеоценоз характеризується біомасою та продуктивністю. Біомасою називають кількість живої речовини на одиниці площі в момент спостереження. Це один із найважливіших статичних показників біогеоценозу. Загальна біомаса визначається сумою біомас усіх популяцій, які населяють даний біогеоценоз. Найчастіше за одиницю біомаси беруть грам сухої (рідше – сирої) органічної речовини на один метр квадратний.

Продуктивністю називають здатність живої речовини створювати, трансформувати й нагромаджувати органічну речовину (біомасу). На відміну від біомаси - це динамічний показник біогеоценозу. Продуктивність – одна з найважливіших характеристик: вона відображає ефективність роботи біогеоценозів, швидкість потоку енергії й речовини в їхніх ланцюгах живлення. Виражають продуктивність через показники продукції.

Розрізняють первинну біологічну продукцію, яку створюють рослини, і вторинну біологічну продукцію, яку створюють гетеротрофи (консументи і редуценти) в результаті переробки рослинної і тваринної біомаси.

Первинну продукцію поділяють на:

- валову продукцію – загальна кількість створеної органічної речовини;
- чисту продукцію – кількість створеної органічної речовини, що залишилася після витрат на дихання та кореневі виділення (у більшості рослин вона становить близько половини валової).

Різні біоценози відрізняються своєю продукцією, або продуктивністю, яка насамперед залежить від вологості і температури навколишнього середовища, а також від родючості ґрунту.

Найбільшу продукцію органічної речовини дають ліси, савани, степи та сільськогосподарські угіддя. На суші первинна продукція майже в 2 рази більша, ніж в океані. Продуктивність екосистем знижується в напрямку від тропіків до полюсів. Це пояснюється впливом температурних умов природного середовища.

При однакових кліматичних умовах продуктивність природних екосистем залежить від родючості ґрунту. Відомо, що при внесенні в ґрунт добрива різко збільшується врожайність культурних рослин.

2.4. Клімакс біоценозів та сукцесії

У біоценозах поступово відбуваються зміни, які можуть бути циклічними, пов'язані з періодичністю зовнішніх умов та поступальні, пов'язані з поступовою їх зміною в певному напрямку. Такі зміни можуть призвести до заміни одного біогеоценозу іншим.

Поступові необоротні зміни складу та структури біогеоценозу, що спричинюються зовнішніми або внутрішніми факторами, називають сукцесіями. Наприклад, при певних умовах, коли озеро наповнюється мулом, воно поступово перетворюється з глибокого на мілке, потім в болото, після чого в зелений луг, на якому згодом виростають кущі і дерева. Якщо в горах відбувся зсув землі, то на оголеній поверхні спочатку поселяються лишайники, їх змінює покрив моху, поселяються трави і утворюються луки, які згодом заростають кущами. Ще пізніше появляються дерева і виникає ліс, що є кінцевим біоценозом.

Сукцесії бувають повільними (тисячоліття), середніми (століття), швидкими (десятиліття). Сукцесії можуть мати природне (підняття чи опускання суші) чи антропогенне (вирубання лісу, розорювання степу) походження. Сукцесії, що супроводжуються збільшенням продуктивності й видового багатства біогеоценозу, називаються – прогресуючими (заростання піщаних кіс), або, навпаки, регресуючими.

Для стабільності біоценозу необхідна рівновага процесів народження і смерті, споживання і витрачання речовин і енергії. Саме така константність системи, що базується на відповідності приходу і витрат і при наявності постійного самовідновлення, одержала назву динамічної рівноваги.

Концепція сукцесій була сформульована в 1916 році Ф.Є.Клементсом. На його думку, всі основні сукцесії обов'язково завершуються одним клімаксом у групуванням, яке відповідає даному клімату. Такий підхід отримав назву моноклімаксу. Пізніше було показано, що й в умовах одного типу клімату, залежно від характеру ґрунту, гідрологічного режиму і т.п. формується цілий набір різних, але стійких угруповань. Це явище отримало назву поліклімаксу.

Клімакс як екологічне явище характеризується особливим типом розподілу біогенних хімічних елементів. Вони концентруються в біомасі, тоді як абіогенне середовище збіднюється на них. Клімаксні угруповання відрізняються й тим, що в них більше детриту, а фітофаги відступають на другу позицію порівняно з детритофагами.

Встановлення сукцесійного віку екосистем та біоценозів є непростою справою. У будь-якій місцевості екосистеми сукцесійно різновікові. Залежно від історії їх формування та тривалості існування окремі біоценози є піонерними, інші – сукцесійними, треті – клімаксными.

2.5. Штучні біоценози

Штучні біоценози – це біоценози, створені діяльністю людини. До них відносяться: канали, ставки, водосховища, лісосмуги, посадки, парки, насипи вздовж доріг, дамби та агроценози. У штучних системах існує рівновага за умови постійного втручання людини. Залежно від роду діяльності людини штучні (антропогенні) екосистеми поділяються на промислові, сільськогосподарські (агроценози, тваринницькі ферми, птахофабрики), міські екосистеми (міста, села).

Агробіоценози (агроекосистеми) – це поля, штучні пасовища, городи, сади, виноградники, ягідники, квітники, лісопаркові смуги. Основа агробіоценозу – це штучний фотосинтез, якість якого залежить від умов середовища, від ґрунту, вологи, мікроорганізмів.

Агробіоценози являють собою спрощену, збіднену, а тому і нестійку систему. Часто в них спостерігається масове розмноження шкідників сільськогосподарських культур, що пов'язане з монокультурністю агробіоценозів. Тому завжди треба дбати про видову різноманітність рослин штучних біоценозів.

Основними компонентами агроєкосистеми є:

- культурні рослини, які висіваються чи висаджуються задля отримання врожаю або підвищення якості ґрунту;
- свійські тварини;
- бур'яни, які є поки що неминучим супутником культурних рослин;
- мікроорганізми ґрунту і гною;
- різноманітні тварини (головним чином, безхребетні, але також багато гризунів і птахів), які пов'язані ланцюгами живлення з посівами і фермами;
- паразитичні бактерії, гриби та віруси, що викликають захворювання культурних рослин і свійських тварин.

Зі споживацької точки зору, агроєкосистемам дуже важлива екологічна чистота середовища рослин і тварин, її забруднення знижує врожай, продуктивність худоби та якість продукції. Агроєкосистеми створюються людиною, до самостійного виникнення та існування вони не здатні. Тому агроєкосистеми поєднують у собі екологічні та соціальні компоненти.

У цілому агроєкосистемам характерні такі особливості:

- постійне та значне вилучення з агроєкосистем органічної речовини;
- велика залежність існування агроєкосистем від діяльності людини, що їх підтримує;
- переважання в агроєкосистемах рослин і тварин, які є продуктом селекційної діяльності, а не природного добору;
- низьке видове різноманіття автотрофного і гетеротрофного блоків;
- замкненість біохімічних циклів.

Значних успіхів уже досягнуто в керуванні продуктивністю агробіоценозів. Для забезпечення людства продуктами харчування потрібно створити високопродуктивні агробіоценози методами селекції, генетики, гібридизації. Для покращення якості й екологічної чистоти сільськогосподарської продукції та збереження агроресурсів треба впроваджувати агроєкологічні підходи до ведення сільського господарства.

ЛЕКЦІЯ 3. ОХОРОНА АТМОСФЕРНОГО ПОВІТРЯ

План:

- 3.1. Джерела і види забруднення атмосфери.
- 3.2. Кліматичний аспект забруднення атмосфери.
- 3.3. Шкідлива дія забрудненого повітря на людей, тварин, рослин.

3.1. Джерела і види забруднення атмосфери

Атмосфера – це газова оболонка, що оточує Землю. Наявність атмосфери – одна з найголовніших умов життя на планеті. Атмосфера надійно захищає живі організми від космічного й ультрафіолетового випромінювання, визначає загальний тепловий режим поверхні Землі, впливає на кліматичні умови, а через них на режим річок, ґрунторослинний покрив та процеси формування рельєфу. Саме атмосфера регулює кількість сонячної енергії, необхідної для життя.

Основні компоненти атмосфери: азот (78,084%), кисень (20,946%), аргон (0,934%). Важливу роль відіграють малі домішки: вуглекислий газ, метан тощо. Крім того атмосфера містить водяну пару: від 0,2% у приполярних районах до 3% поблизу екватора.

Атмосфера складається з таких шарів: тропосфера (до висоти 18 км), стратосфера (до 50 км), мезосфера (до 80 км), термосфера (1000 км), екзосфера (1900 км), геокорона (умовно до 20 тис.км); далі атмосфера поступово переходить у міжпланетний космічний вакуум. Основна маса повітря (90%) зосереджена у нижньому шарі – тропосфері. Надзвичайно важливе екологічне значення для біосфери має озоновий шар у стратосфері, повітря якого збагачене триатомним киснем – озоном, що знаходиться на висоті 20-50 км і захищає все живе на Землі від згубної дії «жорсткого» ультрафіолетового випромінювання Сонця.

Забруднення атмосферного повітря – це будь-яка зміна складу і властивостей повітря, що негативно впливає на здоров'я людей і тварин, стан рослинного покриву та екосистеми.

Забруднення атмосфери може бути природним і штучним. До природних забруднювачів повітря належать вулканічна діяльність, вивітрювання гірських

порід, вітрова ерозія, пилок квіткових рослин, дим від лісових і степових пожеж. Домішками, які надходять із природних джерел, є пил вулканічного, космічного, рослинного походження; продукти ерозії ґрунту; тумани; гази вулканічного походження і гази від лісових і степових пожеж.

Штучне забруднення пов'язане із викидами різних забруднюючих речовин у процесі діяльності людини. За агрегатним складом викиди шкідливих речовин в атмосферу поділяються на газоподібні (діоксид сульфуру, діоксид карбону, озон, оксид нітрогену), рідкі (кислоти, луги, розчини солей) і тверді (канцерогенні речовини, свинець і його сполуки, ртуть, кадмій, органічний і неорганічний пил, сажа, смолянисті речовини).

На сьогодні основними антропогенними забруднювачами є різні галузі промисловості.

Теплоенергетика включає теплові й атомні електростанції, промислові та міські котельні. У процесі спалювання вугілля, нафти, природного газу, торфу в атмосферу виділяється дим, що містить продукти повного (діоксин карбону і пари води) і неповного (оксиди карбону, сульфуру, нітрогену, вуглеводні та ін.) згорання, а також тверді частинки (попіл, пил, сажа).

Котельні утворюють мало оксидів нітрогену, проте викидають багато продуктів неповного згорання.

Атомні електростанції є джерелом забруднення повітря радіоактивним йодом, радіоактивними інертними газами та аерозолями.

Підприємства металургійного комплексу посідають друге місце за загальною кількістю викидів в атмосферу серед галузей промисловості. Переважно викиди цих підприємств складаються з оксидів карбону, твердих речовин, діоксиду сульфуру, оксидів нітрогену.

Комбінати чорної металургії, гірничорудні цехи, агломераційні фабрики, заводи коксохімічні та по переробці відходів основних виробництв, теплоенергетичні установки викидають в атмосферу: оксиди вуглецю, сірчистий ангідрид, пил, окисли азоту, сірководень, аміак, сірковуглець, аерозолі хрому і марганцю, бензол, фенол, піридин, нафталан.

Кольорова металургія забруднює атмосферу сполуками фтору, кольорових і важких металів (часто у вигляді аерозолів), парами ртуті, сірчистим ангідридом, окислами азоту, окислом вуглецю, поліметалічним пилом, смолистими речовинами, вуглеводнями, що містять бензопірен.

Викиди в атмосферу підприємств машинобудування і металообробки містять аерозолі сполук кольорових і важких металів, зокрема парів ртуті, пари органічних розчинників.

Нафтовидобувна і нафтохімічна промисловість забруднює атмосферу оксидами сульфуру, сполуками фтору, аміаком, сумішами окису нітрогену, хлористими сполуками, сірководнем, неорганічним пилом тощо.

Нафтопереробна промисловість є джерелом таких забруднювачів атмосфери: сірководню, сірчистого ангідриду, окису вуглецю, аміаку, вуглеводнів, у тому числі бензапірену.

Викиди підприємств неорганічної хімії містять оксид сірки й азоту, сірководень, аміак, сполуки фосфору, вільний хлор, оксид вуглецю.

Підприємства органічної хімії викидають речовини, що мають складний хімічний склад, соляну кислоту, сполуки важких металів, сажу й пил.

Викиди автотранспорту містять велику кількість токсичних сполук: бензопірен, альдегіди, оксиди нітрогену і карбону і особливо небезпечні сполуки свинцю.

У складі відпрацьованих газів автомобілів найбільшу питому вагу за об'ємом мають – монооксид вуглецю (0,5-10%), оксиди азоту (до 0,8%), неспалені вуглеводні (0,2-3,0%), альдегіди (до 0,2%) та сажа. В абсолютних величинах на 1000 л палива карбюраторний двигун викидає з вихлопними та характерними газами: 200 кг монооксиду вуглецю, 25 кг вуглеводів, 20 кг оксидів азоту, 1 кг сажі, 1 кг сірчистих сполук.

Виробництво будівельних матеріалів забруднює атмосферу пилом, що містить сполуки важких металів, фтору, двоокису кремнію, азбесту, гіпсу, тонко-дисперсним скляним пилом.

Шумове забруднення. Антропогенних джерел шуму досить багато. Це різні транспортні засоби, промислове виробництво (металургійна та текстильна

промисловість в першу чергу), будівельне виробництво, робота радіоелектронної апаратури і т.п. У містах 80% шумів створює транспорт. Вивченням ролі шуму в природі займається акустична екологія.

На людину особливо погано діє шум з частотою 400-800 Гц. Для котів та собак смертельним є шумовий вплив у 165 дБ. У промисловості в робочих приміщеннях вважається допустимим шум до 80-85 дБ, у жилих приміщеннях він не повинен перевищувати 50-60 дБ (в деяких країнах – 40 дБ), а вночі – 35-50 дБ. Відповідно до директив, що розроблені для країн Європейського Союзу, при шумі більше 90 дБ необхідно користуватися засобами індивідуального захисту.

Електромагнітні поля виникають поблизу ліній електропередач, працюючих телевізорів, радарів, холодильників та в ряді інших випадків. Радарні та радіорелейні установки дають мікрохвильове випромінювання з частотою у 1-15 ГГц. Вплив електромагнітних полів на живі організми залежить від частоти.

Радіоактивне забруднення природного середовища. Середня доза іонізуючого випромінювання в сучасних індустріальних країнах в середньому дорівнює 2,4 мЗв/рік. Загальний фон радіоактивного випромінювання на території України складає 70-200 мбер/рік. На поверхні землі до 50% загального природного фону радіоактивного випромінювання дає радон-222, що утворюється при розпаді урану-238. Він є в ряді гірських порід. Їхнє використання для отримання будівельних матеріалів привело до зростання концентрації радону в жилих приміщеннях

Проблема радіоактивного забруднення природного середовища загострилася після винаходу ядерної зброї та розвитку атомної енергетики.

Антропогенне радіоактивне забруднення довкілля починається з урановидобувних та переробних підприємств, які спричиняють забрудненням ураном-238 та торієм-232. При виробництві ядерної зброї та роботі АЕС накопичуються відходи. За підрахунками Г.Жорпетте та Г.Стікса (1990), до 1995 року обсяги низькорадіоактивних відходів на АЕС світу складатимуть 370 тисяч кубічних метрів, а високорадіоактивних - 3,8 тисяч кубічних метрів. 99,9% радіоактивних відходів АЕС утримується в твелах реакторів. До захоронення їх утримують 15-50 років в спеціальних сховищах. Полігони з відходами АЕС

фактично втрачені для людства на термін у 100 тисяч років. Не вирішує проблему і захоронення радіоактивних речовин в океанах.

Небезпека, що пов'язана з атомною енергетикою та атомним озброєнням була яскраво продемонстрована аварією на Чорнобильській АЕС у 1986 році. У результаті її в навколишнє середовище були викинуті радіоактивні ізотопи свинцю-239, цезію-137, стронцію-90, плутонію-240. Всього в атмосферу надійшло 77 кг радіоактивних речовин, що відповідає випроміненою у 1019 Бк або 50 млн Кі.

3.2. Кліматичний аспект забруднення атмосфери

Окремі прояви екологічної кризи ХХ століття мають місцеве, локально-регіональне значення, але деякі спричиняють глобальний вплив на всю біосферу планети. До останніх належать феномени, що проявились у повному обсязі лише наприкінці поточного століття та стали об'єктом пильної уваги цивілізованого людства.

Глобальне потепління клімату (парниковий ефект). Антропогенні зміни клімату Землі відбуваються під впливом великої кількості чинників. Згідно з М.Мюллером (1992) потепління клімату викликається, головним чином, тепличним ефектом, якому на 46% сприяє виробництво енергії внаслідок спалювання викопного палива з викидами в атмосферу вуглекислого газу, на 24% забрудненням атмосфери іншими хімічними речовинами, зокрема метаном, на 18% вирубкою лісів та ерозією ґрунту, що однаково веде до зниження біологічного зв'язування вуглекислого газу, на 9% інтенсифікацією сільського господарства, з якою пов'язане надходження до атмосфери підвищеної кількості оксидів азоту та на 3% спалюванням сміття. Вуглекислий газ, як і інші тепличні гази, має здатність утримувати теплове випромінювання у поверхні планети і цим викликати підвищення температури.

Підрахунки кількості вуглекислого газу в атмосфері були розпочаті лише в 1958 році на станції Мауна Лоа на Гавайських островах (цей район був обраний спеціально тому, що знаходиться на максимальному віддаленні від промислових центрів та дозволяє реєструвати глобальну, а не вузьку локальну зміну

концентрації вуглекислого газу в атмосфері). Але й ці, хоча короткотривалі дані, доводять, що швидке потепління клімату планети – це реальний процес. З 1950 р. до 1990 р. викиди вуглекислого газу зросли на 30%. Одна лише вирубка лісів дає збільшення вуглекислого газу на 20%. В 1987 році в атмосферу планети надійшло 5,5 млрд. тонн вуглекислого газу, що становило 1 тону на 1 людину в рік. Розвинені країни продукували в цьому році 3,2 тонни вуглекислого газу на людину, а країни, що розвивалися, - 0,4 тонни.

Висновки сучасних спеціалістів збігаються в тому, що антропогенні забруднення атмосфери тепличними газами дійсно ведуть до потепління клімату, хоча вчені по-різному оцінюють розміри цього потепління. Збільшення середньої річної температури Землі в останні десятиліття визначається в межах від 6 до 2 – 2,5С. Власне, саме потепління клімату може вплинути на сільськогосподарське виробництво, вимагатиме зміни агротехніки, районування культурних рослин та тварин і взагалі реорганізації бази сільського господарства, що приведе до підвищення вартості сільськогосподарської продукції на 10-20%.

Але, мабуть, більш небезпечне інше – під впливом потепління почнеться танення льоду Антарктики, Арктики та високогір'я. Зростання стоку призведе до підняття рівня Світового океану, який за останні 100 років із швидкістю 1,2 мм на рік піднявся на 0,15 м. Є небезпека, що до 2100 року рівень Світового океану підніметься якнайменше на 65 см, а за максимальними оцінками – навіть на 3,45 м.

В умовах потепління клімату почався перерозподіл опадів. За останні 100 років у Північній півкулі їхня кількість зросла на 6-8 мм у рік, відбувся зсув сезону опадів: їхній максимум з квітня – червня почав чітко переміщуватися на вересень – листопад, що несприятливо відбивається на сільськогосподарському виробництві.

Кислотні опади. Терміном «кислотні опади» називають усі види метеорологічних опадів – дощ, сніг, град, туман, дощ зі снігом, рН яких менший, ніж середнє значення рН дощової води (середній рН для дощової води дорівнює 5,6). Кислотний дощ утворюється в результаті реакцій між водою і такими забруднюючими речовинами, як оксид сульфуру і різними оксидами нітрогену. Ці

речовини викидаються в атмосферу автомобільним транспортом, у результаті діяльності металургійних підприємств та електростанцій, а також при спалюванні вугілля і деревини. Вступаючи в реакцію з водою атмосфери, вони перетворюються в розчини кислот – сірчаної, сірчистої, нітрогенистої і нітрогенної. Потім, разом зі снігом чи дощем випадають на землю, що знижує рН дощової води.

Україна сильно забруднена за рахунок трансграничного перенесення шкідливих речовин із країн Західної Європи. Під впливом кислотних дощів йде швидке закислення води в річках, озерах, ставках та інших континентальних водоймах, вода в яких стає з бікарбонатної сульфатною, в ній зростає кількість алюмінію та марганцю, підвищується рухомість ртуті, міді та цинку. У водоймах із закисленою водою видове різноманіття знижується, найскоріше вимирають молюски, раки, земноводні, поширюються 1-2 види організмів (часто це водорість мужоція).

Під впливом кислотних дощів зростає кислотність ґрунтів, площа яких за останні 30 років зросла на 30%. У таких ґрунтах підвищується міграція свинцю, нікелю та міді, вони вимагають вапнування, що збільшує вартість продукції. Під дією кислотних дощів гинуть шпилькові породи дерев, йде зміна видового складу нижніх ярусів лісу, посилюється переважання нітрофільних видів, трансформується уся екосистема.

Кислотні дощі згубно впливають на культурні та архітектурні пам'ятники, під їх дією руйнується мрамур, йде активна корозія металів.

Смоги. Хімічні реакції, що відбуваються безпосередньо в повітрі, приводять до виникнення димних туманів – смогів. Смоги виникають за певних умов:

- по-перше, при великій кількості пилу й газів, що викидаються в повітря міста;
- по-друге, при тривалому існуванні антициклонних умов погоди, при яких забруднювачі накопичуються в приземному шарі атмосфери.

Вологий смог звичайний для країн з морським кліматом, де часто бувають тумани і висока відносна вологість повітря, що сприяє змішуванню забруднюючих речовин, їх взаємодії в хімічних реакціях. Газ і пил можуть

накопичуватись у 100-200-метровому шарі повітря, тоді й виникає отруйний густий брудно жовтий туман. Фотохімічний смог утворює не туман, а синювату димку. Для його виникнення необхідне сонячне світло, яке викликає складне фотохімічне перетворення суміші вуглеводів і оксидів азоту, які надходили в повітря від автомобільних викидів, у речовини, більш токсичніші від вихідних атмосферних забруднень. Однією з таких речовин є озон, що виділяється в результаті розпаду двоокису азоту під дією олефінів з неповністю згорілого автомобільного палива. Фотохімічний туман різко знижує видимість, супроводжується неприємним запахом, у людей виникає запалення очей, слизових оболонок носа і горла, загострюються легеневі захворювання. Фотохімічний туман пошкоджує рослини, викликає корозію металів, розтріскування синтетичних виробів. Льодовиковий смог виникає в Арктиці та Субарктиці при низьких температурах антициклонів. У цьому випадку викиди навіть невеликої кількості забруднюючих речовин з топків приводять до виникнення густого туману, що складаються з найдрібніших кристаликів льоду і сірчаної кислоти.

Руйнування озонового екрану атмосфери. Озоновий шар знаходиться в атмосфері на висоті 12-23 км та захищає поверхню планети від жорсткої ультрафіолетової радіації з довжиною хвилі 320-400 нм. Процес руйнування озону в атмосфері ініціюється різного роду речовинами: хлор- та бром похідними (фреонами), тетрахлоридом вуглецю, метилхлороформом.

У руйнуванні озону стратосфери певний внесок має космічна та ракетна техніка завдяки викидам продуктів згоряння палива. Найбільш шкідливі ракети, що працюють на твердому паливі. Забруднюють високі шари атмосфери окислами азоту і сучасні надзвукові літаки.

Дослідження озонового шару у верхніх шарах атмосфери почалися з 1930 року, коли була створена «мережа Добсона». За оцінками НАСА (США), в період з 1978 по 1990 року кількість озону в озоновому екрані скоротилася на 45%. Зменшення товщі озонового екрану та розриви в ньому ведуть до зростання ультрафіолетового випромінювання, що досягає поверхні Землі. Відповідно до

спутникових даних за останні 10 років ультрафіолетове випромінювання зросло на 10%, а в Антарктиді, де стійко зберігається «озонова дірка», на 40%.

Запустелювання. Запустелювання – це виснаження аридних та напіваридних екосистем під впливом діяльності людини та посух. Запустелювання відбувається головним чином в посушливих зонах. Воно проявляється в сильній деградації природних біомів та втрат родючості ґрунтів. Території, на яких проявляється запустелювання, вже не можуть самовідновлюватися. Цього процесу зазнали у світі вже 4 млрд. 616 млн. га і ці площі продовжують зростати. Темпи запустелювання дуже високі: щорічно за його рахунок площі пустель світу зростають на 60 тисяч кв. км.

Сучасне людство вперше зіткнулося з цим явищем на великих територіях в 1968-1973 рр., коли запустелювання південного району Сахари, так званого Сахелю, спричинило голод серед місцевого населення.

Аналогічний процес йшов і в районі Аральського моря. Аральська катастрофа завершилася аридизацією клімату на великій території. Вона відчувається на південь від Аралу на 100-400 км. На віддалі до 250 км від Аралу рівень ґрунтової води знизився на 5 м. Арал для людини виявився прикладом рукотворної крупнорегіональної катастрофи, що була викликана народногосподарською діяльністю.

3.3. Шкідлива дія забрудненого повітря на людей, тварин, рослин

Під забрудненням атмосферного повітря розуміють збільшення концентрації фізичних, хімічних та біологічних компонентів понад рівень, що виводить природні системи зі стану рівноваги. Серед промислових викидів основними джерелами забруднення атмосферного повітря є низькі технологічні та вентиляційні викиди неперервної дії, котрі складають близько 80% від загальної кількості викидів. Надзвичайно важливою особливістю таких викидів, з точки зору забруднення атмосфери, є те, що максимальні концентрації шкідливих речовин існують у безпосередній близькості від місця їхнього виникнення, на промислових майданчиках та прилеглих до них територіях. Саме тут виникають найбільш високі концентрації шкідливих речовин в атмосферному повітрі, котрі

перевищують граничнодопустимі концентрації в 2-5, а нерідко і в більше разів, і саме на цих територіях акумулюється їхня основна маса ґрунтом та поверхнею водоймищ. У зв'язку з цим особливо гострою є проблема запобігання забруднення атмосфери міст, де зосереджена більша частина населення та промисловості.

Систематична або періодична наявність в атмосферному повітрі населених пунктів шкідливих речовин з концентраціями, що перевищують нормативні величини, призводить до захворювань, навіть ракових, до поширення серед населення токсикоманії, ускладнює перебіг серцево-судинних захворювань, сприяє виникненню та розвитку захворювань дихальної і нервової систем людини. Дослідження показують, що в місцевостях з порівняно невисоким рівнем забрудненості повітряного середовища частота захворювань органів дихання зростає в 2 та більше разів, а при високому рівні забруднення – в 40 разів. Від впливу забруднюючих речовин в першу чергу страждають діти. Шкода, котрої зазнають діти, в декілька разів перевищує шкоду, завдану здоров'ю дорослих. Про це свідчать результати досліджень, проведених фахівцями Каліфорнійського університету. Трагедія, котра сталася в Чернівцях в 1988 році, цей висновок підтверджує. На зростання шкідливих викидів в першу чергу зреагували діти, що мешкали в центрі міста, частковим або повним випадінням волосся (алопецією).

Встановлено, що постійне перевищення допустимої концентрації лише одного з видів контрольованих забруднюючих речовин призводить до підвищення захворюваності в 1,7 рази, а в деяких вікових групах – до 3 разів. Забруднення атмосфери справляє також безпосередній вплив на фасади будівель, декоративні прикраси, автомобілі, пам'ятники, одяг тощо. Наприклад, згідно з дослідженнями лабораторії економіки Сумського філіалу ХПІ, у Волинській області, де чисте повітря, фарбування автомобілів здійснюється один раз на два роки, а на Донбасі – два рази на рік. Викиди токсичних речовин (сірчистого та сірчаного ангідридів, сірководню, аміаку, пилу) скорочують термін експлуатації одягу на 5%, зумовлюють необхідність частого прання, зниження прозорості скла в будівлях та спорудах, що викликає підвищену витрату електроенергії. Результати досліджень показують, що в місті з населенням 100 тис. чоловік додаткові

витрати на експлуатацію житлових та громадських будинків складають більше 35%, на побутові потреби – 18%, на озеленення – 14%, на прибирання території в зв'язку з пиловими викидами – 15%, витрати, пов'язані зі зростанням споживання води – на 10%.

Для мешканців міст став звичним так званий «третій стан», тобто проміжний стан між повним здоров'ям та повною хворобою. Це синдром перенапруги, свого роду перед хвороба. Із збільшенням загального забруднення середовища міст в них зростає число випадків захворювання артеріальною гіпертонією, атеросклерозом, ішемічною хворобою серця, виразкою шлунку, неврозами, вегетодистонією та алергіями. Щодо цього особливо небезпечний свинець, промисловий пил, нітрати та сірчистий газ. Забруднення ртуттю викликає захворювання Мінамати, яке проявляється в ураженнях нервової системи. При забрудненні міського середовища збільшується частота самовільних абортів, діти народжуються з вадами розвитку.

Не тільки забруднення повітря шкідливими речовинами, а й світове потепління впливає на живі організми небезпечним аспектом - прискорення метаболізму, в першу чергу, у мікроорганізмів, підвищить темпи їхньої біологічної еволюції і приведе до виникнення нових епідемій серед людей і тварин, боротися з якими буде непросто.

Ще одна небезпека - зменшення товщі озонового шару, яке на кожні 10% веде до збільшення числа випадків захворювання раком шкіри на 300 тисяч. Стає більш частішим захворювання катарактою очей. Показано, що підвищене ультрафіолетове опромінення знижує імунітет, стають більш важкими та частими інфекційні захворювання людини та сільськогосподарських тварин.

ЛЕКЦІЯ 4. ОХОРОНА І РАЦІОНАЛЬНЕ ВИКОРИСТАННЯ ВОДНИХ РЕСУРСІВ

План:

- 4.1. Водні ресурси планети, їх запас і розподіл.
- 4.2. Проблеми від зростання споживання води.

4.3. Джерела та наслідки забруднення води.

4.1. Водні ресурси планети, їх запас і розподіл

Водні ресурси – це придатні для використання води Землі.

Маса прісної води на земній кулі становить 32 млн. км³. Основна кількість її (96%) зосереджена в льодовиках Гренландії, Антарктиди, гірських масивів, в айсбергах та зоні вічної мерзлоти. З усієї кількості прісної води тільки близько 1% використовується людством для задоволення своїх потреб. Значні запаси прісної води, яка входить до складу мінералів, зосереджені у верхній частині земної кори на різних глибинах. Точні запаси цієї води визначити важко. За підрахунками В.І.Вернадського, її запаси становлять 1,3 млрд. км³, що дорівнює запасам вод Світового океану. В атмосфері вода перебуває у вигляді водяної пари і конденсату (краплі води й льоду). Підземні води становлять 4%, води льоду й снігу – 2%, рік, озер та боліт 0,4% загальних запасів Землі.

Запаси прісної води в Україні характеризуються такими показниками: середньорічні водні ресурси становлять близько 87,1 км³; місцеві, тобто ті, що формуються в межах країни, становлять 52,4 км³. Річковий стік становить приблизно 83,5 млрд. м³, а в посушливі роки зменшується до 48,8 млрд. м³. До 70% стоку припадає на Південно-західний економічний район, в якому проживає до 40% населення. Головним постачальником прісної води є Дніпро, воду якого використовують до 60% населення. Ріки Південний Буг, Західний Буг, Тиса, Дністер, Прут та інші забезпечують близько 35% населення. Стан води і повноводдя в цих річках залежить від стану їхніх приток і малих річок, яких налічується близько 63 тис. Стан останніх викликає тривогу, оскільки за період з 1900 року 40 тис. малих річок уже висохли.

До складу водних ресурсів України належать і підземні води. Загальна величина прогнозованих запасів підземних вод становить близько 57,2 млн. м³/добу, з яких 15,6 млн. м³/добу є затвердженими. Територіальний розподіл цих вод досить нерівномірний: їх максимальна кількість (8402 тис. м³/добу) знаходиться в Чернігівській області. Великі запаси підземних вод мають Київська,

Полтавська, Херсонська, Харківська, Рівненська, Львівська, Сумська та Луганська області (від 3046 до 4186 тис. м³/добу).

Ресурси прісної води України, які включають річковий стік і підземні води, використовуються повністю, а в деяких південних районах відчувається нестача води. Для ліквідації нестачі води побудували канали: Південнокримський, Дніпро – Кривий ріг, Сіверський Донець – Донбас та водосховища. Об'єм прісної води в 1087 водосховищах дорівнює 55,1 км³.

4.2. Проблеми від зростання споживання води

Зростання чисельності населення світу призвело до різкого збільшення обсягів споживання води. Хронічна нестача прісної води спостерігається в більшій частині країн Африки, Близького Сходу, в Північному Китаї, в Індії, Мексиці і в країнах Центральної Азії. Інтенсивність використання водних ресурсів перевищує їх відновлення в біосфері, веде до забруднення водойм.

Всі галузі господарства стосовно водних ресурсів поділяються на споживачів і користувачів. Споживачі забирають воду з джерела водопостачання, використовують її для виготовлення продукції, а потім повертають, але вже в меншій кількості й іншій якості. Користувачі воду не забирають, а використовують її як середовище (водний транспорт, рибальство, спорт тощо) або як джерело енергії (ГЕС). Проте й вони можуть змінювати якість води.

Основний споживач води – сільське господарство (70% її загального використання). Це зумовлено передусім збільшенням площ зрошуваного землеробства, яке використовує 7,8 млрд. м³. води. Зрошені землі набагато продуктивніші від незрошуваних. Сьогодні в світі площа зрошуваних земель становить 15% загальної площі сільськогосподарських угідь, а дають ці землі понад 50% усієї продукції.

Питоме водопостачання під час зрошення залежить від виду вирощуваних сільськогосподарських культур, клімату, технічного стану зрошуваних систем і способів впливу. Так, норми поливу для зернових культур становлять 1500-3,500 м³/га, для цукрового буряка – 2500-6000 м³/га, а для рису – 8000-15000 м³/га.

Більша частина води (20-60%), що використовується для зрошення, безповоротно втрачається, її певна кількість повертається назад у водойми у вигляді так званих поворотних вод, сильно забруднених солями.

Промисловість використовує близько 20% води, споживаної людством. Кількість води, що споживається підприємством, залежить від того, яку продукцію воно випускає, від системи водопостачання (прямоточна чи оборотна) та від інших причин.

За прямоточної системи вода з джерела надходить на промисловий об'єкт, використовується в процесі виготовлення продукції, потім піддається очищенню й після цього скидається у водостік чи водойму.

За оборотної системи відпрацьована вода після очищення не повертається у водойму, а знову використовується у процесі виробництва. Витрата води за такої системи набагато нижча. Наприклад, ТЕС потужністю 1 млн КВт у разі прямого водопостачання (для охолодження агрегатів) споживає 1,5 км³ води щорічно, а за оборотної системи – лише 0,12 км, тобто в 12 разів менше.

Кількість води, необхідної для виробництва 1 т продукції, називають водоємкістю виробництва. За цим показником різні виробництва дуже відмінні. Наприклад, для виробництва 1 т металопрокату потрібно 10-15 м³ води, 1 т хімволокна – 2000-5000 м.

Але використовується та зберігається вода погано. Велика кількість підприємств споживає води в 2-3 рази, а деякі в 10-13 разів більше, ніж це передбачено технологією.

До найбільших споживачів води в промисловості належать атомні електростанції. Так, Хмельницька АЕС, розташована в верхів'ях річки Горинь, «випиває» всю воду з цієї річки, яка колись була основним джерелом водопостачання населення і промисловості Рівненської області.

Водопостачання населення (близько 10% усієї споживаної людством води) задовольняє потреби в питній воді й комунально - побутові потреби (робота підприємств побутового обслуговування, поливання вулиць і зелених насаджень, протипожежні заходи тощо). Є поняття питоме водоспоживання, тобто добовий об'єм води (л), необхідний для задоволення потреб одного жителя міста або села.

У великих містах світу питоме водоспоживання сьогодні таке (л/добу): Нью-Йорк – 600, Париж – 500, Москва – 400, Київ – 333, Лондон – 263. В країнах, що розвиваються (Центральна Африка, Близький Схід), цей показник становить лише 10-15 л/добу.

4.3. Джерела та наслідки забруднення води

Забруднення акваторії Світового океану та континентальних водойм здійснюється через три основних джерела:

- стічні води промисловості;
- стоки сільськогосподарських виробництв;
- стоки населених пунктів.

Розрізняють первинне та вторинне забруднення водойм. Первинне пов'язане з надходженням до акваторії відходів господарської діяльності людини. Вторинним називають забруднення, що розвивається внаслідок біохімічних порушень в життєдіяльності живих організмів морів та прісних вод та веде до втрати природних зв'язків між організмами з різними типами живлення.

Серед забруднень розрізняють фізичне, хімічне, біологічне й теплове.

Фізичне забруднення води відбувається внаслідок накопичення в ній нерозчинних домішок – піску, глини, мулу, в результаті змивання дощовими водами з розораних ділянок (полів); надходження суспензій з підприємств гірничорудної промисловості; потрапляння пилу, що переноситься вітром у суху погоду, тощо. Тверді частинки знижують прозорість води, пригнічують розвиток водних рослин, забивають зябра риб, створюють некомфортні умови для інших водних тварин, погіршують смакові якості води, а іноді роблять її взагалі непридатною для споживання.

Особливим видом забруднення акваторії є засмічення твердими відходами, які звичайно називають «обломками». Це різні предмети (або їх залишки) з пластику, скла, картону, дерева та інших матеріалів. Особливо небезпечні пластикові обломки, яких щорічно тільки з рибальських суден скидають до водойм до 340 тисяч тонн, оскільки вони не розкладаються дуже довгий час. Для України особливо важливим є стан Чорного моря, яке є майже повністю

«закритим» водоймищем і тому особливо чутливим до забруднення. У 1990 році до Чорного моря надійшло 5 млрд. м³ стічних вод. Скиди на узбережжя дренажних вод з поливних площ Південно - Українського каналу в районі Скадовська привели до замулювання пляжів.

Хімічне забруднення відбувається через надходження у водойми різноманітних токсичних речовин, які перетворюють водойми у «стічну канаву цивілізації», концентруються в ланцюгах живлення, нищать живі організми. Так, до Азовського та Чорного морів зі стоками надходить велика кількість хлору, натрію, калію, аміаку, фенолу, нафтопродуктів, нітратів, органічних та інших речовин, йде змив з ланів залишкової кількості пестицидів. Підраховано, що в Каркінітській затоці України втрати рибних ресурсів, пов'язані з забрудненням води, у десятки разів перевищили економічний ефект від зрошення та хімічних препаратів захисту рослин. Відомо, що виробництво та використання ДДТ припинено приблизно 25 років тому, але його продовжують знаходити в Світовому океані навіть на глибині до 2500 м. Якщо припустити вміст пестицидів у морській воді за одиницю на літр, то у планктоні вміст пестицидів складає вже 70 одиниць на літр, в тканинах риби – 25 тисяч одиниць на кг, в тканинах та у жирі дельфінів та хижих морських риб – 800 тисяч одиниць на кг.

Негативною дією характеризуються і біологічно корисні речовини, якщо їхня кількість у воді перевищує певний рівень. Зокрема ріст концентрації біогенних елементів (особливо фосфору в концентрації більш ніж 0,07 мг/л) у водоймах веде до евтрофікації – посиленому розвитку рослинності водойм («цвітіння води») без паралельного росту чисельності гетеротрофів. Внаслідок дефіциту кисню евтрофікація завершується гнильними процесами та втратою чистої води. Головною причиною «цвітіння води» є посилений стік до водойм залишкової кількості азотних та фосфорних добрив, а також залишкової кількості миючих засобів (детергентів), що застосовуються в побуті та вміщують фосфор. За останні десятиліття надходження до Чорного моря з території України, Росії, Грузії та Туреччини солей важких металів, пестицидів, залишкової кількості добрив, миючих речовин настільки великі, що чітко реєструється збіднення

іхтіофауни, зменшення вилову риби, а виловлена риба все частіше стає непридатною для вживання в їжу.

Особливо небезпечним є забруднення Світового океану нафтою, що має місце при аваріях танкерів та при стоці нафти з прибережних територій у воду. В останні роки до Світового океану щорічно скидається від 2,4 до 6 млн. тонн сирової нафти. Приблизно 36% цієї кількості дають берегові стоки нафтодобувних та нафтопереробних підприємств, 33% - стік з морських нафтових свердловин та промивка танкерів і 5% - аварії танкерів.

Серйозну небезпеку для водойм усіх видів має зростаюче забруднення поверхнево-активними речовинами (ПАР), що використовуються як миючі засоби. За хімічним складом ПАР підрозділяються на три види: катіонні, аніонні та ті, що не вміщують іонів. Найбільш поширені аніонні миючі засоби. Вони утворюють плівки на поверхні води, що стійкі до біоруйнування. Вода, забруднена ПАР, чинить пригнічуючу дію на всі живі організми.

Біологічне забруднення водойм полягає в надходженні до них зі стічними водами різних мікроорганізмів, спор грибів, яєць гельмінтів і т.д., багато з яких є хвороботворними для людей, тварин і рослин. Серед біологічних забруднювачів перше місце посідають комунально-побутові стоки (особливо, якщо вони не очищені або очищені недостатньо), а також стоки цукрових заводів, м'ясокомбінатів, підприємств з обробки шкір, деревообробних комбінатів.

Серйозною проблемою, що призводить до виникнення епідемічних захворювань, є забруднення водойм заразними хвороботворними мікроорганізмами. За даними ВООЗ, у світі щорічно вмирає більш ніж 6 млн. дітей через забруднення питної води. Обліки забруднення води у водоймах України за останні 25 років показали збільшення числа ентеровірусів. Виявилося, що стічні води м. Києва після очистки у 13-23% випадків мали в собі ентеровіруси. У водопровідній воді їх знаходили в 16,9% випадків, у річковій воді в межах великих міст України в 22,8% випадків і навіть хлорована вода закритих дитячих басейнів в 8,9% випадків вміщувала ентеровіруси. Вони були знайдені в 8,1% випадків на поверхні плодів та овочів, що надходять у продаж.

Нерідко в питній воді виявляється кишкова паличка, велика кількість штамів якої стійкі до антибіотиків і є причиною літніх вибухів кишкових інфекцій.

Через поганий стан каналізаційних систем та очисних споруд останніми роками нерідко закривалися пляжі в Одесі, Маріуполі та інших містах на узбережжях Чорного та Азовського морів, оскільки в морській воді було виявлено збудників таких небезпечних захворювань, як холера, дизентерія, вірусний гепатит та ін.

Теплове забруднення води відбувається внаслідок спускання у водойми підігрітих вод від ТЕС, АЕС та інших енергетичних об'єктів. Тепла вода змінює термічний і біологічний режими водойм і шкідливо впливає на їх мешканців. Як показали дослідження гідробіологів, вода, нагріта до температури 26-30 С, діє на риби та інших мешканців водойм пригнічуючи, а якщо температура води підніметься до 36 С, риба гине. Найбільшу кількість теплої води скидають у водойми атомні електростанції.

ЛЕКЦІЯ 5. ОХОРОНА ЛІТОСФЕРИ

План:

- 5.1. Ґрунт – основний засіб виробництва в сільському господарстві.
- 5.2. Ерозія ґрунтів.
- 5.3. Забруднення та засмічення ґрунтів.
- 5.4. Меліорація земель та її екологічні наслідки.

5.1. Ґрунт – основний засіб виробництва в сільському господарстві

Ґрунтом називаються, видозмінені під впливом живих організмів, перш за все - зелених рослин, поверхневі шари земної кори (суходолу), котрі відрізняються від гірських порід складом мінеральної маси, значним вмістом специфічних органічних речовин (гумусу) і мають важливу відмінність – родючість, тобто здатність постачати рослинам необхідні для їх росту поживні речовини, воду і повітря.

Функції ґрунту:

- утримання рослин та забезпечення їх живлення;
- зв'язування і утримання багатьох хімічних елементів;
- мінералізація органічних решток;
- формування стоку та хімічного складу вод на суші;
- місце проживання численних видів тварин;
- участь у колообігу хімічних елементів;
- гуміфікація – перетворення опаду рослин, решток мертвих рослин і тварин детритофагами і редуцентами;
- руйнування біологічно активних шкідливих речовин;
- нейтралізація алелопатично активних інгібіторів, що полегшує сумісне існування рослин в екосистемах;
- утворення складних біогеоценозів з рослинами і тваринами.

На Україні налічується багато різновидів ґрунтів, які відрізняються між собою мінералогічним складом, вмістом гумусу та поживних елементів, фізичними та хімічними властивостями, а значить, і родючістю, придатністю до лісо- та сільськогосподарського використання. З метою раціонального використання земель здійснюється їхнє великомасштабне дослідження, складаються детальні ґрунтові карти та визначається характеристика всіх ґрунтів (бонітування), що дає змогу виробити правильний підхід до використання, обробітку та удобрення ґрунтів, вибору найбільш придатних для кожного поля сільськогосподарських культур, організації сівозміни, захисту рослин.

Згідно з кліматичними зонами змінюється швидкість процесів ґрунтоутворення, товщина ґрунтового покриву, його родючість, типи ґрунтів (чорноземи, сірі лісові, каштанові, жовтоземи тощо).

Родючість ґрунтів визначається:

- щільністю;
- материнською породою;
- вмістом гумусу;
- концентрацією біогенних макро- і мікроелементів;
- тепловим режимом;
- хімічним складом ґрунтового повітря;

- багатством живої речовини;
- відсутністю забрудників, шкідників та збудників захворювань рослин.

У другій половині ХХ століття в результаті забруднення стала характерна масова деградація ґрунтів з втратою їхньої основної властивості – родючості.

Факторів деградації ґрунтів дуже багато, але головні з них такі:

- неправильне землекористування, що призводить до втрати родючого шару ґрунту при ерозії;
- знищення екосистем, в межах яких формувався даний тип ґрунту;
- забруднення промисловими, сільськогосподарськими та побутовими відходами;
- зміни кліматичних факторів і, в першу чергу, гідрологічних умов.

Однією з причин втрати родючості є багаторазовий обробіток ґрунтів різними знаряддями за допомогою потужних і важких тракторів. Часто поле протягом року обробляється до 10-12 разів. Не враховується, що добрива, посівний матеріал, зерно і соломі, коренеплоди і бульбоплоди завозять на поле та вивозять причепами. Висока частота обробітку пояснюється ще й тим, що наше сільське господарство не має знарядь для одночасного обробітку землі і догляду за посівами.

Глобальною проблемою сьогодні є постійне зменшення вмісту гумусу, який втрачається не тільки на мінералізацію з вивільненням доступних для рослин поживних речовин, а й виноситься з ґрунту в процесі ерозії, з коренеплодами та бульбоплодами, на колесах транспортних засобів, руйнується під впливом різноманітних хімічних речовин. Нині в Україні кількість гумусу в ґрунті зменшилася в середньому в шість разів і становить приблизно 3%. Щорічно ґрунти України втрачають за рахунок мінералізації 14 млн т гумусу, за рахунок ерозії – 19 млн т.

Сьогодні дедалі більш відчутними стають наслідки хімізації сільського господарства – погіршуються властивості ґрунту через нагромадження в ньому великої кількості шкідливих хімічних речовин, в першу чергу, мінеральних добрив та пестицидів

Деградація ґрунту – це зниження родючості ґрунту, викликане погіршенням його властивостей (руйнування структури, вимивання поживних речовин тощо) внаслідок зміни умов ґрунтоутворення або господарської діяльності людини.

5.2. Ерозія ґрунтів

Ерозія ґрунтів – це процес руйнування верхніх найбільш родючих горизонтів ґрунтів. Вона буває водна і вітрова.

Водна ерозія відбувається під впливом талих і дощових вод, які стікають по поверхні землі, та поділяється на площинну (горизонтальну) та глибинну (вертикальну).

Площинна ерозія полягає в тому, що атмосферні води, стікаючи по похилій поверхні землі численними дрібними струмками, змивають поверхневий гумусовий шар ґрунту з пухких порід і відкладають змитий матеріал у підніжжі схилу. Глибинна ерозія – це розмивання ґрунтів у глибину дощовими і талими водами з утворенням лінійно витягнутих заглибин, які поступово перетворюються у глибокі яри, призводячи до втрати значних площ сільськогосподарських угідь.

Вітрова ерозія – це видування верхніх шарів ґрунту вітром і перенесення та перевідкладання піднятих з поверхні ґрунту пилюватих частинок в іншому місці. Найчастіше вітрова ерозія проявляється на півдні України де навесні, при нестачі дощів та недостатній кількості рослинності, виникають пилові «чорні бурі», які здувають верхній родючий шар ґрунту та переносять його на відстані до тисячі кілометрів. Для захисту ґрунтів від вітрової ерозії в степах створюють лісозахисні смуги, які зменшують швидкість вітру.

Природні фактори виникнення ерозії: горбистий рельєф, часті зливові дощі, наявність виходів на поверхню пухких гірських порід, відсутність рослинного покриву та ін.

Антропогенні фактори виникнення ерозії: вирубка лісів на схилах, розорювання крутих схилів, неправильний обробіток ґрунту (оранка вздовж схилу, зверху вниз), посадка просапних культур на схилах, неправильне розміщення доріг та ін.

Заходи охорони ґрунтів від ерозії:

- організаційно-господарські заходи: заліснення схилів або використання їх під сади, створення захисних зон вздовж річок і захисних лісів водорегулюючого значення, впровадження просапних культур, заборона випасу худоби на схилах з малопотужним шаром ґрунту;
- агротехнічні заходи: проведення оранки, сівби та обробітку ґрунту на схилах, які зазнають ерозії, впоперек схилу; проведення терасування схилів; чергування просапних культур з ґрунтозахисними;
- лісомеліоративні заходи: заліснення крутосхилів, які піддаються ерозії, створення лісосмуг;
- гідротехнічні заходи: використання різних гідротехнічних споруд (стічні канали, перепади) для боротьби з ярами, обвалування верхів'їв ярів, терасування схилів тощо.

5.3. Забруднення та засмічення ґрунтів

За час розвитку людської цивілізації площі ґрунтів, придатних для землеробства, безперервно скорочуються. Це відбувається в результаті відведення земель під міське та сільське будівництво, транспортні комунікації, лока водосховищ та інші потреби. Забруднення ґрунтів полягає в тому, що до них надходять нові, нехарактерні для них речовини, або поселяються та розмножуються в них нові мікроорганізми.

Охорона ґрунту від забруднення є важливим завданням людини, тому що будь-які шкідливі з'єднання, що знаходяться в ґрунті, рано чи пізно попадають в організм людини.

По-перше, відбувається постійне вимивання забруднень у відкриті водойми і ґрунтові води, що можуть використовуватися людиною для пиття й інших потреб.

По-друге, ці забруднення з ґрунтової вологи, ґрунтових вод і відкритих водойм попадають в організми тварин і рослин, що вживають цю воду, а потім по харчових ланцюжках знов-таки попадають в організм людини.

По-третє, багато шкідливих для людського організму з'єднань мають здатність залишатися в тканинах, і, насамперед, у кістках. По оцінках дослідників,

у біосферу надходить щорічно близько 20-30 млрд т твердих відходів, з них 50-60% органічних сполук, а у виді кислотних агентів газового чи аерозольного характеру – близько 1 млрд т.

Класифікація ґрунтових забруднень.

1. Сміття, викиди, відвали, відстійні породи. У цю групу входять різні забруднення змішаного характеру, що включають як тверді, так і рідкі речовини, основними джерелами їх є відходи металообробної промисловості, промислові викиди хімічних, металургійних та інших заводів; продукти спалювання вугілля, нафти, торфу; відпрацьовані гази тракторів, комбайнів, автомобілів, мастила та паливо, які з них витікають. Наприклад, видобування, переробка та використання нафтопродуктів веде до забруднення ґрунту залишковою кількістю сирової нафти, бензинів, мастильних матеріалів.

В останні десятиліття серед різних видів хімічного забруднення на перше місце вийшло надходження до навколишнього середовища діоксинів. Під назвою «діоксин» виступає більше 15 поліхлорованих похідних дибензодіоксину та фуранів, що утворюються при відбілюванні целюлози та спалюванні побутових відходів та характеризуються високою токсичністю. Діоксин отруйний для усіх аеробних організмів. Він важко розкладається в природних умовах. Діоксин входив до складу так званого «оранжевого агента», який США використовували як дефоліант в період війни у В'єтнамі. В результаті у місцевого населення та у солдатів США – ветеранів цієї війни до сих пір реєструється підвищена частота ракових захворювань.

2. Важкі метали. Даний вид забруднень уже становить значну небезпеку для людини й інших живих організмів, тому що важкі метали нерідко мають високу токсичність і здатність до акумуляції в організмі. Найбільш токсичними для ґрунту (1 клас небезпечності) є свинець, ртуть, уран, торій, кадмій, берилій, хром, нікель та кобальт. Токсичні також германій, олово, вольфрам, молібден, літій, вісмут, марганець, мідь, миш'як, селен, алюміній. Більшість цих речовин концентрується в трофічних ланцюгах. Хоча самі по собі важкі метали не є ксенобіотиками, але в підвищених концентраціях вони приводять до біологічної шкоди всім живим організмам. Наприклад, при концентраціях алюмінію,

основними джерелами яких є посуд, чай та аспірин, більше ніж 10 мкг/л, розвивається хвороба Альцгеймера. Чотиривалентний хром, що утворюється як відходи гальванічних виробництв, дуже шкідливо впливає на нирки та легені. Кадмій пошкоджує печінку, веде до розвитку гіпертонії, а в підвищеній концентрації має канцерогенну дію. Найбільш розповсюджене автомобільне паливо – бензин – містить дуже отруйне з'єднання – тетраетилсвинець, що містить важкий метал свинець. Антропогенна трансформація ґрунтів набула такого поширення, що доцільно виділяти особливу категорію ґрунтів – техноземи.

3. Пестициди. Ці хімічні речовини в даний час широко використовуються як засоби боротьби зі шкідниками культурних рослин і тому можуть знаходитися в ґрунті в значних кількостях. По своїй небезпеці для тварин і людини вони наближаються до попередньої групи. Саме з цієї причини був заборонений для використання препарат ДДТ (дихлор-дифеніл-трихлорметилметан), що є не тільки високотоксичним з'єднанням, але, також, він володіє значною хімічною стійкістю, не розкладається протягом десятків років. Сліди ДДТ були виявлені дослідниками навіть в Антарктиді! Пестициди знищувально діють на ґрунтову мікрофлору: бактерії, актиноміцети, гриби, водорості.

4. Мікотоксини. Дані забруднення не є антропогенними, тому що вони виділяються деякими грибами, однак, по своїй шкідливості для організму вони стоять в одному ряді з перерахованими забрудненнями ґрунту.

5. Радіоактивні речовини. Радіоактивні з'єднання є особливими по своїй небезпеці, насамперед тому, що по своїх хімічних властивостях вони практично не відрізняються від аналогічних нерадіоактивних елементів і легко проникають в усі живі організми, попадаючи в харчові ланцюги. З радіоактивних ізотопів можна відзначити, як приклад, один найбільш небезпечний – стронцій-90, що має хімічну спорідненість з кальцієм, здатність відкладатися в кісткових тканинах тварин і людини, відносно високу рухливість у ґрунті. Основна маса найбільш активних ізотопів з невеликим періодом напіврозпаду попадає в навколишнє середовище антропогенним шляхом: у процесі виробництва й випробовування ядерної зброї, з атомних електростанцій, особливо у вигляді відходів і при

аваріях, при виробництві і використанні приладів, що містять радіоактивні ізотопи.

5.4. Меліорація земель та її екологічні наслідки

Меліорація – це система заходів, пов'язаних із корінним поліпшенням властивостей ґрунтів і спрямованих на підвищення їхньої родючості.

Основними меліоративними заходами є:

- зрошення пустель (найефективнішим є крапельне зрошення – воно економне і не призводить до негативних побічних наслідків поливу);
- осушування боліт;
- внесення добрив (їх норма, співвідношення, терміни внесення мають бути узгоджені з типом ґрунту, кліматичними умовами, фазами вегетації рослин, видом добрива);
- снігозатримання з метою підвищення вологості ґрунтів;
- вирівнювання рельєфу;
- висаджування полезахисних смуг;
- боротьба з водною та вітровою ерозією: збереження трав'яного покриву, горизонтальне розорювання схилів;
- глибока оранка ущільнених ґрунтів;
- піскування важких ґрунтів;
- обробка кислих ґрунтів вапном, карбонатом кальцію, внесення кальцієвмісних відходів: доменних та електроплавильних шлаків, зол ТЕС, відходів цементних і цукрових заводів (дефекат виробництва цукру містить до 70% карбонатів кальцію і магнію, близько 15% органічних речовин, 1% фосфору, 0,6-0,8% калію, домішки сульфур, нітрогену, мікроелементів);
- промивання засоленних ґрунтів;
- меліорація солонців і солонцюватих ґрунтів, у яких багато обмінного натрію, при зволоженні вони стають в'язкими й липкими. Солонці содового засолення можна обробляти відпрацьованою сульфатною кислотою, а потім промивати водою.

Існує понад 30 видів меліорації, але найпоширеніша – зрошення земель. За оцінками Всесвітньої сільськогосподарської організації, площа зрошувальних земель нині становить 270 млн га. Зрошення земель в умовах недостатнього водозабезпечення дозволяє в декілька разів збільшувати врожайність сільськогосподарських культур. Правильно сконструйовані зрошувальні системи забезпечують тривалу стабілізацію водного режиму. Промивання засолених земель прісною водою відроджує їхню родючість. Розроблена технологія звільнення ґрунтів від токсичних важких металів: кобальту, нікелю, міді, марганцю, миш'яку, цинку, які переходять в нерозчинні та недоступні для рослин форми при вапнуванні. Штучне дощування добре змиває шкідливі речовини з листків.

Але тривале зрошення спричинює низку екологічних проблем. Головна – вторинне засолення ґрунтів, під яке попадає майже половина зрошуваних площ.

Зрошення чорноземів вимагає особливої обережності, оскільки воно призводить до сильного ущільнення ґрунтів на глибині 20-60 см, погіршуються їхні водно-фізичні властивості, зменшується насиченість киснем до 10%, а вміст вуглекислоти зростає до 1,5-2,7%. Крім того, дренажні води, що скидаються з полів, містять велику кількість мінеральних добрив і пестицидів, які забруднюють водойми. Із зрошенням також пов'язані проблеми раціонального використання води, в старих зрошувальних системах від джерела забору води до поливного поля безцільно втрачається 60-75% води.

Проводячи широкі меліоративні роботи в степу, необхідно враховувати, що новоутворення ґрунтових вод тут відбувається значно швидше, ніж, скажімо, в напівпустелях і пустелях. Приблизно за 10 років рівень ґрунтових вод може досягти критичного стану (1,5-2,5 м від поверхні), спричинюючи засолення. Цей процес посилюється в Україні ще й тому, що південні чорноземи і каштанові ґрунти мають підвищену солонцюватість і лужність на глибині 0,5-1 м.

ЛЕКЦІЯ 6. ОРГАНІЗАЦІЯ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКОГО ВИРОБНИЦТВА НА РАДІОАКТИВНО ЗАБРУДНЕНИХ ТЕРИТОРІЯХ

План:

- 6.1. Сільськогосподарська радіоекологія.
- 6.2. Міграція радіонуклідів у навколишньому середовищі.
- 6.3. Прогнозування та надходження радіонуклідів у організми.

6.1. Сільськогосподарська радіоекологія

Радіоекологія – це розділ радіобіології, що вивчає концентрації та міграцію радіоактивних речовин в біосфері та вплив їх іонізуючого випромінювання на живі організми та їх угруповання. Сільськогосподарська радіоекологія вивчає концентрацію та міграцію радіоактивних речовин в об'єктах сільськогосподарського виробництва і вплив їх іонізуючого випромінювання на сільськогосподарські рослини та тварини.

Головні завдання сільськогосподарської радіоекології – вивчення міграції радіоактивних речовин в об'єктах навколишнього середовища і сільськогосподарського виробництва, шляхів, якими радіоактивні речовини потрапляють в організми сільськогосподарських рослин і тварин і нагромаджуються в них; дії іонізуючого випромінювання інкорпорованих (що потрапили в організм) радіоактивних речовин на сільськогосподарські рослини і тварини; розробка заходів щодо запобігання надходженню та нагромадженню радіоактивних речовин у продукції сільськогосподарського виробництва. Радіоактивні матеріали небезпечні своїм іонізуючим випромінюванням. Іонізуюче випромінювання буває кількох видів: альфа-випромінювання є потоком ядер гелію, бета-випромінювання – потік швидких електронів та гамма-випромінювання – короткохвильове випромінювання, близьке до рентгенівських променів. Завдяки високій енергії радіоактивне випромінювання здатне відривати електрони з їх орбіталей та створювати позитивно та негативно заряджені іони.

Джерела іонізуючого випромінювання:

- природне випромінювання;

- випромінювання штучних радіонуклідів;
- випромінювання від джерел медицини і побуту;
- професійне опромінення.

Природні джерела.

Природне випромінювання є звичайною складовою частиною біосфери, екологічним фактором, який впливає на всі живі організми і створює природний радіаційний фон, утворений за рахунок космічного випромінювання, зовнішніх земних та внутрішніх джерел.

Галактичне випромінювання являє собою потік частинок високої енергії, переважно протонів – первинне випромінювання, а також створене ними в атмосфері Землі внаслідок взаємодії з атомними ядрами її компонентів – вторинне випромінювання, в якому зустрічаються практично всі відомі елементарні частинки – нейтрони, протони, електрони, мезони, мюони та інші.

Сонячне космічне випромінювання, яке порівняно з галактичним має низьку енергію, не спричинює помітного збільшення дози випромінювання на поверхні Землі, значною мірою затримуючись і розсіюючись в атмосфері. Внаслідок цього, звичайно, інтенсивність космічного випромінювання залежить від географічного розташування об'єкта і збільшується відповідно до висоти морського рівня.

Випромінювання зовнішніх земних джерел визначається радіоактивністю земної кори, води й атмосфери за рахунок природних радіоактивних елементів, вміст яких у різних місцях Землі варіює в широкому діапазоні. Осадкові породи, як правило, мають невисоку радіоактивність, а вивержені чорні породи (граніт, базальт) містять велику кількість радіоактивних елементів. Головними з них є калій-40 та вуглець-14. Неприятливість біологічної дії радіоактивних речовин пов'язана не тільки з їх разовою дією. Велика кількість радіонуклідів можуть акумулюватися в організмах на тривалий час. Стронцій-90 накопичується в кістках, йод-131 – в щитовидній залозі, цезій-137 включається в активний метаболізм, витісняючи азот. На поверхні землі до 50% загального природного фону радіоактивне випромінювання дає радон-222, що утворюється при розпаді урану-238, він є в ряді гірських порід. Їхнє використання для отримання будівельних матеріалів привело до зростання концентрації радону в жилих

приміщеннях. Перебування в зоні цього випромінювання викликає руйнацію тканин легень та створює умови для розвитку ракових захворювань. Зниження дози випромінювання радоном досягається досить легко – частими та активними провітрюваннями жилих та виробничих приміщень.

Внутрішніми джерелами випромінювання є радіонукліди, що потрапляють у рослини, а також в організми тварин та людей разом з повітрям, водою, їжею. Практично це всі елементи, які є зовнішніми джерелами випромінювання.

Іонізуюче випромінювання є одним із головних факторів природного мутагенезу, який відіграє важливу роль у процесі еволюції живих організмів. Це радіаційне середовище є також однією з причин виникнення злоякісних новоутворень і спадкових захворювань.

Штучні джерела.

Штучні радіонукліди утворюються в процесі ядерних реакцій, які відбуваються під впливом опромінення (бомбардування) звичайних елементів або їх природних ізотопів частинками високих енергій (від кількох мільйонів до десятків мільярдів електрон-вольт).

Штучні радіонукліди добувають внаслідок ядерних реакцій, на цей час відомо близько 1880 радіоактивних ізотопів більш ніж 80 відомих елементів.

Під час вибуху атомної бомби близько половини утворених радіоактивних продуктів випадає в районі вибуху на земну і водну поверхні в радіусі 100 км, а інші потрапляють в тропосферу і стратосферу з повним випаданням на поверхню земної кулі протягом 1,5-2 років. Навіть на перших етапах видобування і переробки уранової сировини й виготовлення твелів, коли не відбувається ядерна реакція і не утворюються штучні радіонукліди, в навколишнє середовище викидаються важкі природні радіонукліди і «нормальна» інтенсивність їх кругообігу змінюється. Ядерні реактори АЕС є джерелом практично непомітного забруднення навколишнього середовища радіоактивними відходами навіть безпосередньо біля них. А от мешкання поблизу вугільних ТЕС, якщо врахувати викиди в атмосферу не лише радіоактивних, а й хімічних речовин, набагато небезпечніше.

6.2. Міграція радіонуклідів у навколишньому середовищі

Радіоактивні речовини, які потрапляють в атмосферу, поступово випадають на поверхню Землі. Залежно від характеру викиду продуктів поділу, погодних умов, ґрунтового покриву, хімічних та фізичних властивостей радіонуклідів, їх кількості у сільськогосподарських об'єктах може коливатися в дуже широкому діапазоні.

Надзвичайно важливу роль у поширенні радіоактивних речовин відіграють атмосферні опади і рух повітря. В зв'язку з цим розрізняють «вологе» (випадання речовин на поверхню землі з дощем і снігом) і «сухе» (осідання частинок лише під впливом сили тяжіння) відкладання радіоактивних речовин. Дуже впливає на їх поширення рух повітря.

Радіоактивні речовини, які випадають на земну поверхню, концентруються на трьох головних об'єктах: ґрунті, рослинах, водоймах. Для спрощення схеми в неї не включені такі об'єкти, як рілля, луки, пасовища, ліс. З поверхні ґрунту радіоактивні речовини, розчиняючись у атмосферних опадах чи поливних водах або механічно з потоком води, потрапляють у підземні води. Швидкість їх міграції залежить від комплексу факторів: фізико – хімічні властивості радіонуклідів; агрохімічна характеристика ґрунту; біологічні властивості рослин; агротехніка культур. Зниження біологічної рухомості радіонуклідів відбувається при збільшенні вмісту в ґрунті обмінних катіонів, органічної речовини, фізичної глини й мулу, мінералів монтмарилонібової групи, ємкості поглинання.

Радіоактивні речовини, що потрапили на рослини, можуть адсорбуватись їх поверхнею шляхом дифузії або проникати всередину рослин через продихи, залучаються в шляхи руху речовин і нагромаджуються в органах, які мають господарське і харчове значення.

Найактивніше радіоактивні речовини поглинаються листям (листова поглинання), суцвіттям (флоральне поглинання) та поверхнею коріння (поглинання з дернини).

В організм сільськогосподарських тварин радіоактивні речовини потрапляють переважно із забруднених рослин корму та води відкритих водойм.

В організм людини радіоактивні речовини можуть потрапляти з їжею тваринного та рослинного походження або водою. Серед харчових продуктів тваринництва – молоко, м'ясо, яйця та ін., займають одне з перших місць. Проте, за оцінками деяких дослідників, до 50% радіоактивних речовин може надходити з рослинною їжею.

Більшість радіоактивних речовин можуть повертатись у ґрунт разом з компостами, попелом та рослинними рештками. На суходолі радіоактивні речовини переносяться харчовими ланцюгами: рослина – людина, рослина – тварина – людина і навіть ґрунт – рослина – тварина – людина так швидко, що навіть ті з них, період напіврозпаду яких становить кілька діб (йод), можуть нагромаджуватись у людському організмі в значних кількостях.

В умовах, коли забруднену воду рослини, тварини, людина не використовують безпосередньо, шляхи міграції розчинених в ній радіоактивних речовин подовжуються (вода – планктон – бентос – невеликі риби – промислові риби – тварина чи людина) або зменшуються (вода – водяні рослини – риби – тварина чи людина). Тому в харчовій продукції прісних і морських водойм міститься менше радіоактивних речовин, ніж у продукції суші.

Концентрація радіоактивних речовин у процесі міграції, як правило, зменшується (радіоактивність рослин менша ніж ґрунту; радіоактивність молока і м'яса нижча за корми), але бувають випадки нагромадження (аккумуляції) радіоактивних речовин (накопичення організмами стронцію та цезію). Мірою аккумуляції радіоактивних речовин в організмі є коефіцієнт нагромадження (КН) – показник співвідношення вмісту радіоактивних речовин в організмі і концентрація їх у навколишньому середовищі.

6.3. Прогнозування та надходження радіонуклідів у організми

Радіоактивні речовини надходять до рослин двома основними шляхами:

- внаслідок прямого забруднення надземних органів радіоактивними частинками, що випадають з повітря, з наступним поглинанням їх тканинами вегетативних та репродуктивних органів (некореневе, або ареальне, надходження);

- через кореневу систему з ґрунту (кореневе надходження) ступінь радіоактивного забруднення продуктивних частин рослини, може істотно змінюватися залежно від шляху надходження радіоактивних речовин і місця їх поглинання (наприклад, для злаків, овочів при некореновому надходженні радіоактивних частинок ймовірність забруднення врожаю більша, ніж при кореновому, в той час як для коренебульбоплодів – навпаки).

Позакореневе надходження радіонуклідів у рослини.

Інтенсивність проникнення і включення в обмін як звичайних, так і радіоактивних речовин значною мірою пов'язані з їх розчинністю і хімічними властивостями. Обов'язковою умовою для проникнення цих речовин углиб рослини є наявність вологи на поверхні листя. Чим довше волога затримується на поверхні листя, тим більше радіоактивних речовин надходить у нього. Це залежить від температури навколишнього середовища, вологості, руху повітря, тобто факторів, які впливають на швидкість випаровування. Крізь поверхню молодого листя радіонукліди проникають швидше, бо старе захищене товстою кутикулою та має підвищений вміст жирів.

Позакореневе надходження радіоактивних речовин у рослини може відбуватися протягом усього періоду вегетації, на нього впливають такі природні фактори, як дощ, вітер. Утримання радіоактивних речовин на рослинах в подібних ситуаціях здебільшого залежить від форми окремих органів, їх механічних властивостей. Радіоактивні частинки нагромаджуються у великих кількостях у пазухах листя, квітів, і легко здуваються і змиваються з поверхні не опушеного листка та стебла.

Збільшення надходження радіонуклідів у продукцію рослинництва: зрошувальне землеробство, осідання на надземній частині компонентів аерозольних і газоподібних викидів, турбулентний рух повітряних мас в атмосфері, піднімання вітром чи дощем ґрунтового покриву.

Надходження радіонуклідів у рослини з ґрунту.

Основна маса радіоактивних речовин у природних угіддях знаходиться у 5-6 сантиметровому шарі ґрунту, у той час як на орних землях такі речовини більш-

менш рівномірно розміщуються по всьому профілю шару ґрунту. Щодо здатності поглинання радіонуклідів, то воно визначається : специфікою виду, розвитком кореневої системи, фазою розвитку, фізіологічним станом рослин, вологістю ґрунту, наявністю в ньому поживних речовин. Чим далі по транспортному ланцюжку знаходиться орган від кореня, тим менше до нього потрапляє радіонуклідів. За характером надходження радіоактивних речовин до рослини через коріння і нагромадження в окремих органах, їх можна поділити на дві групи:

- радіонукліди, які надходять і нагромаджуються у надземних частинах рослин;
- радіонукліди, які надходять порівняно повільно і концентруються переважно у корінні і які незначно переміщуються в надземні органи.

Кількість радіоактивних речовин, що надійшли в рослини з ґрунту, знаходиться у прямо пропорційній залежності від кількості їх у ґрунті.

Основним шляхом надходження радіонуклідів у тваринний організм слід вважати оральний, тобто з кормами. Значно менше надходить їх з водою. Надходячи до організму в органи травлення, кормові продукти підлягають механічній, хімічній і біологічній обробці, перетворюючись у сполуки, які засвоюються організмом. Далі радіоактивні речовини з током крові надходять до органів і тканин тварин де частково засвоюються, але більша їх кількість виводиться з організму.

Розрізняють три головні типи розподілу радіоактивних речовин в організмі ссавців:

- скелетний тип властивий насамперед для радіоактивних елементів лужноземельної групи, головними представниками якої є радіонукліди кальцію і його хімічного аналогу – стронцію. У мінеральній частині скелета нагромаджуються також радіонукліди барію, радію, плутонію, урану;
- ретикулоендотеліальний розподіл властивий для радіонуклідів рідкоземельних металів: церію, празеодиму, прометію, а також цинку, торію і трансураничних елементів;

- дифузний – для радіонуклідів лужних елементів: калію, натрію, цезію, рубідію, а також водню, азоту, вуглецю, полонію.

Перехід радіонуклідів у м'ясо із раціону тварин визначається фізико – хімічними властивостями радіонуклідів, а також видовими особливостями і віком тварин.

За продовженим оральним введенням радіоактивних речовин в організм, у першу добу і тижні введення, радіонукліди нагромаджуються в органах і тканинах найбільш інтенсивно. Потім настає рівноважний стан, при якому інтенсивність відкладання вирівнюється з швидкістю виведення з організму. У курей, наприклад, максимальний вміст радіоактивного марганцю в скелеті становить 5%, а в м'язах – 0,2 %; для цинку ці величини становлять – відповідно 82 і 38% від надходження з раціоном. Перехід радіоактивного стронцію в яйце не перевищує 40% добового надходження радіонуклідів, а у низькопродуктивних курей воно може досягти 60%. Вміст його у шкаралупі 96%, у жовтку 3,5%, а в білку – 0,2%.

ЛЕКЦІЯ 7. НАВКОЛИШНЄ СЕРЕДОВИЩЕ І ЗДОРОВ'Я НАСЕЛЕННЯ

План:

- 7.1. Якість природного середовища і здоров'я населення.
- 7.2. Захворювання, пов'язані із забрудненням навколишнього середовища.
- 7.3. Якість води і стан здоров'я людей.

7.1. Якість природного середовища і здоров'я населення

Стан навколишнього середовища планети неухильно погіршується внаслідок антропогенного впливу. Досить сильно впливає на середовище різке збільшення населення планети, яке приводить до перенаселення. Щорічно чисельність людей на Землі зростає, а природні ресурси, за допомогою яких можна забезпечити життя, підвищити його якість, катастрофічно зменшуються, виснажуються. Головними заходами, які допоможуть зберегти нашу цивілізацію та біосферу, є відродження та збереження розмаїття природи й біоугруповань у обсягах, які забезпечують стійкість довкілля. Швидкі темпи урбанізації привели

до різкого збільшення забруднення середовища у великих містах, великих індустріальних центрах. Частка міського населення Західної Європи, Північної і Латинської Америки, Австралії, Океанії становить більше 80%, в інших регіонах планети цей показник досягає 50%. Щороку збільшується кількість міст, що мають населення більше мільйону людей. Переважна частина міст – це індустріальні комплекси, і головна їх проблема і нездоланна біда – продукування виробничих відходів і сміття. Деградоване штучне міське середовище справляє комплексну шкідливу дію на здоров'я населення внаслідок забруднення атмосферного повітря, дефіциту сонячного проміння, води, а також стресових факторів, зумовлених напруженим ритмом життя, скупченістю населення, нестачею зелених насаджень.

За сучасними уявленнями, здоров'я – це природний стан організму, що перебуває в повній рівновазі з біосферою і характеризується відсутністю будь-яких патологічних змін. За визначенням Всесвітньої організації охорони здоров'я, «здоров'я – це стан повного фізичного, духовного і соціального добробуту, а не лише відсутність захворювання чи фізичних дефектів».

Стан здоров'я віддзеркалює динамічну рівновагу між природним середовищем і організмом. Гомеостазом вважають відносну динамічну сталість внутрішнього середовища та деяких фізіологічних функцій організму людини й тварини, що підтримується механізмами саморегуляції в умовах коливань внутрішніх і зовнішніх подразників.

Здоров'я людини, забезпечене гомеостазом її організму, може зберігатись і в разі деякої зміни факторів навколишнього природного середовища. У випадку сигналів великої небезпеки і неостаточності включених механізмів виникають стресові захворювання, такі як цукровий діабет, коронарна хвороба, гормональні дисфункції, професійні хвороби тощо.

На людину в середовищі впливають абіотичні та біотичні фактори:

- вплив Сонця пов'язаний передусім з одинадцятирічним циклом сонячної активності, підвищення якої спричинює збурення магнітосфери та іоносфери, які викликають порушення діяльності серцево-судинної та

нервової системи, психіки й поведінки; зростає ймовірність інфекційних захворювань, епідемій грипу, холери, дизентерії;

- надмірне ультрафіолетове опромінення підвищує ймовірність розвитку злоякісних пухлин – раку, саркоми та лейкозу;
- з кліматичними факторами пов'язана гірська хвороба, на висоті 3000 м в деяких людей з'являється задишка, підвищується серцебиття, людина непритомніє;
- ендемічні хвороби пов'язані з регіональними проблемами (дефіцит йоду приводить до захворювань щитоподібної залози, кальцію – викликає ломкість кісток, кобальту чи заліза – анемія, фтору – карієс);
- комплексний вплив негативних факторів викликає тяжкі хвороби (недостаток кальцію з надлишком заліза, стронцію, свинцю та цинку спричинює деформацію кісток, порушення формування хрящів, викривлення хребта);
- природні осередки інфекцій пов'язані з певними біогеоценозами, й у них збудники, переносники й тварини-хазяї еволюціонують разом, пристосовуючись одне до одного;
- обмежуючі фактори природи приводять до спалахів епідемій (чума, холера, туляремія, гепатит, малярія, венеричні захворювання, СНІД).

7.2. Захворювання, пов'язані із забрудненням навколишнього середовища

Наслідки забруднення навколишнього середовища для людства.

Отруєння (токсикози) – одна з найпоширеніших реакцій організму на вплив антропогенних факторів. Отруєння розвивається внаслідок надходження в організм у небезпечних концентраціях тих чи інших речовин – токсикантів.

Алергічні реакції (алергії) стали «візитною карткою» людського суспільства ХХ ст.. Алергія – це стан підвищеної чутливості організму до певних речовин – алергенів.

Злоякісні пухлини – це велика група захворювань, одне з них – рак. Такі пухлини характеризуються необмеженим ростом, не контролюються гормонами й

нервовою системою, здатні утворювати метастази - нові пухлини на здорових тканинах і, здебільшого, призводять до летального кінця.

Спадкові хвороби пов'язані з виникненням мутацій, тобто ушкодженнями ДНК чи хромосом. Генетичні ушкодження зазвичай успадковуються лише тоді, коли мутація відбувалася в статевих клітинах.

Уроджені аномалії виникають унаслідок впливу факторів, які порушують нормальний розвиток плоду під час вагітності. Такі фактори називають тератогенами.

Ступінь поширення багатьох хвороб у великих містах набагато більший, ніж у малих містах чи селах. Тут набагато більше хворіють на рак легенів, бронхіт, астму, алергію, інфекційні захворювання. Мешканці великих міст вже давно п'ють воду набагато гіршої якості, ніж у селах. Окрім цього великі міста створюють свій мікроклімат, під ними змінюється фізичний стан порід, людство перетворюється поступово у потужну геологічну силу, яка здійснює вплив на природні процеси. Людство прямо чи опосередковано впливає на всі кругообіги речовин, які діють у природі.

Завойовуючи природу, людство значною мірою підірвало природні умови власної життєдіяльності. За сто років в тисячу разів збільшилось використання енергетичних ресурсів, вдвічі збільшилось виробництво індустриальної і сільськогосподарської продукції, багаторазово зріс об'єм товарів та послуг, що привело до збільшення господарських відходів, які забруднюють атмосферу, водойми та ґрунт.

Щорічно світова промисловість скидає в річки шкідливі стоки, а в ґрунти вносяться мільйони тонн мінеральних добрив та пестицидів, які з часом виносяться поверхневими водами в річки, озера, моря та океани, велика кількість їх накопичується в штучних водосховищах, що живлять водою промислові центри. Головна задача пестицидів – знищувати різні форми життя, то ж вони всі небезпечні. Вони, при потраплянні в середовище, проникають у водойми, де накопичуються у рибі, водних організмах, отруюють ґрунти, вбивають рослин і тварин, а людина завершує цикл отруєння.

Вплив забруднення навколишнього середовища на організм людини.

1	2
Забруднення атмосферного повітря.	Захворювання органів дихання і очей, серцево – судинної системи, інфекційні захворювання, рак легень; низька маса тіла у дітей, відсталість фізичного розвитку, відхилення серцево-судинної та дихальної систем.
Забруднення водойм стічними водами; забруднення ртуттю; вміст нітратів; синтетичні миючі засоби; недоліки мікроелементів; пестициди і мінеральні добрива;	Кишкові інфекційні захворювання (холера, черевний тиф, дизентерія, туберкульоз, лептоспіроз, сибірка); хвороба мінамато з тяжким ураженням центральної нервової системи; синюшність немовлят, метгемоглобінемія та утруднення дихання, диспепсія; рак шлунку, сечового міхура, нирок, тонкої кишки, стравоходу й печінки; подразнення шкіри, алергія, дерматити, порушення обмінних процесів шкіри та всього організму; зоб, флюороз (пігментні плями жовто-бурого кольору на зубах, дефект емалі), карієс; порушення діяльності центральної нервової системи, серцево-судинної системи, ріст злоякісних пухлин, зниження тривалості життя, отруєння.

1	2
<p>Забруднення ґрунтів мінеральними добривами, пестицидами, стічними водами; викиди промислових підприємств (сірка, залізо, свинець, цинк, ртуть, мідь, магній); радіонукліди.</p>	<p>Захворювання на туберкульоз, бруцельоз, паратифи, гельмінтози, захворювання травної системи; отруєння організмів через воду, рослинні і тваринні продукти; променева хвороба; локальні ураження шкіри, кришталика ока та кісткового мозку; рак, пневмосклероз, генетичні порушення.</p>
<p>Забруднення продуктів харчування мікробами м'ясних, молочних, рибних та рослинних продуктів.</p>	<p>Бактеріальні токсикоінфекції (сальмонельоз, стафілокок).</p>

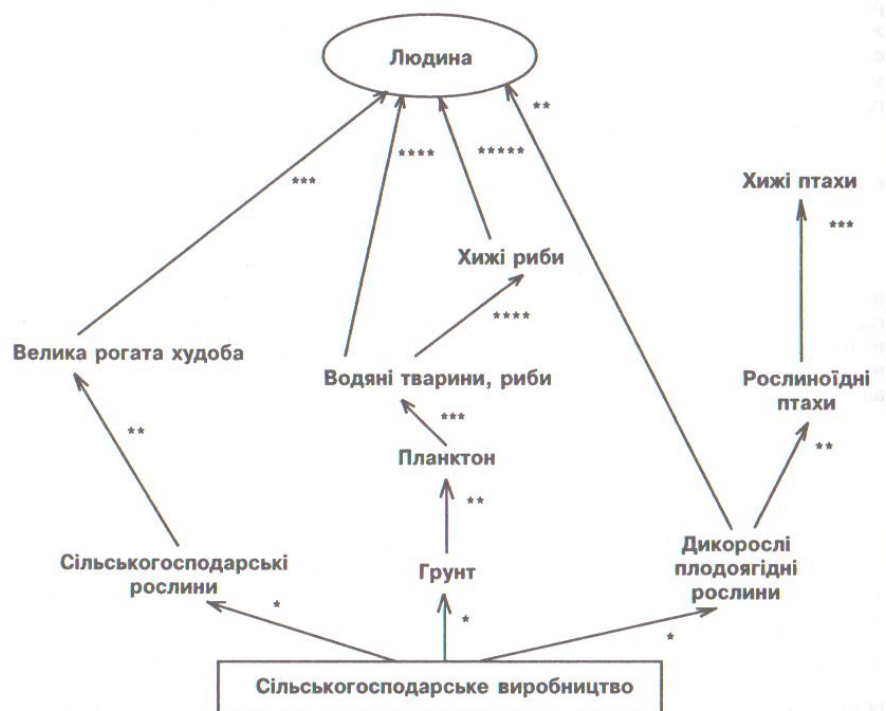


Рис. 7.1. Ланки трофічного ланцюгу та шляхи міграції пестицидів в ньому. Кількість зірочок вказує на рівень концентрування пестицидів – чим більше, тим концентрування вище. Людина завершає харчовий ланцюг

7.3. Якість води і стан здоров'я людей

Вода є надзвичайно важливим природним ресурсом для задоволення життєвих потреб людини, її вживають для пиття, приготування харчових продуктів і напоїв та для задоволення інших потреб. Вода, яку використовують у технологічних процесах приготування харчових продуктів і напоїв, має відповідати вимогам державного галузевого стандарту на питну воду. Усього в ній регламентується 640 речовин. З лікувальною та профілактичною метою використовують підземні термальні води підвищеної мінералізації з вмістом солей понад 1 г/л.

Зменшити надходження шкідливих речовин в організм людини можна шляхом зменшення їх надходження з питною водою за рахунок очищення питної води різними методами.

Таблиця 7.2

Наслідки споживання людиною забрудненої води.

Характер споживання води	Забруднювач	Захворювання
1	2	3
Біологічний		
Пиття та їжа	Патогенні бактерії	Холера, дизентерія, черевний тиф, туляремія, лептоспіроз, гастроентерит
	Віруси	Інфекційний гепатит
	Паразити	Амебна дизентерія, гельмінтоз, дракункульоз, ехінококоз
Вмивання, прання у воді	Паразити	Шестосоміадоз, дерматит, стронгілоїдоз
Проживання або знаходження біля води.	Комахи переносники	Малярія, жовта лихоманка, сонна хвороба, філярітоз

1	2	3
Хімічний		
Пиття та їжа	Нітрати	Метагемоглобінемія
	Сполуки фтору	Ендемічний флюороз
	Миш'як	Інтоксикація
	Селен	Селеноз, інтоксикація
	Свинець	Інтоксикація
	Поліциклічні ароматичні вуглеводні	Рак
	Надто м'яка вода	Атеросклероз, гіпертонія
	Хром	Уровська хвороба
	Нікель	Алергія, руйнування роговиці
	Мідь	Ураження нервової системи
	Фенол	Отруєння

ЛІТЕРАТУРА

1. Гудков І.М. Основи сільськогосподарської радіобіології і радіоекології: Підручник / І.М. Гудков, Г.М. Ткаченко. – К.: Вища школа, 1993. – 261 с.
2. Дуднікова І.І. Екологія: Навч. Посібник / І.І. Дуднікова, С.П. Пушкін. – К.: Європ. Університет, 2006. – 328 с.
3. Злобін Ю.А. Основи екології: Підручник / Ю.А. Злобін. – К.: «Лібра», ТОВ, 1998. – 248 с.
4. Куценко О.М. Агроекологія: Підручник / О.М. Куценко, В.М. Писаренко. – К.: «Урожай», 1995. – 256 с.
5. Кучерявий В.П. Екологія / В.П. Кучерявий. – Львів: Світ, 2001. – 500 с.
6. Малимон С.С. Основи екології: Підручник / С.С. Малимон. – Вінниця: Нова книга, 2009. – 240 с.
7. Акімова Т.А. Екологія. Учебное пособие / Т.А. Акімова, В.В. Хаскин – М.: ЮНИТИ, 1998 – 454 с.
8. Білявський Г.О. Основи екології. Навчальний посібник / Г.О. Білявський, Л.І. Бутченко – К.: Лібра, 2006. – 368 с.
9. Барановський В.А. Екологічний атлас України / В.А. Барановський – К.: Географіка, 2000. – 41 с
10. Злобін Ю.А. Основи екології . Підручник / Ю.А. Злобін – К.: Лібра, 1998. – 248 с.
11. Степановских А.С. Екологія / А.С. Степановских – М.: ЮНИТИ, 2001. – 704 с.